Mittheilungen und Vorschläge

aus dem

Bereiche der Agrikulturchemie

von

Dr. H. Reinsch,

k. Rektor der technischen Schule in Erlangen.

Erlangen.

Verlag von Andreas Deichert.

1856.

Druck der Adolph Ernst Junge'schen Universitätsbuchdruckerei.

Der Verfasser dieses Schriftchens, welches zunächst für ein Schulprogramm bestimmt worden war und nur ein besonderer Abdruck dieses Programmes ist, macht keinen Anspruch neue Aufschlüsse durch dasselbe über den Gegenstand, welchen es behandelt, zu geben; er beabsichtigte vielmehr nur die Wichtigkeit der *physikalischen Eigenschaften des Ackerbodens* durch einfache Versuche zu beweisen, welche auch für Jene überzeugend sein werden, die bisher vorzugsweise die Wirksamkeit des Ackerbodens von dessen chemischen Bestandtheilen abgeleitet haben. Da diese Schrift nicht zum Abdruck für ein chemisches Journal bestimmt worden war, sondern insbesondere auch für Leser denen die Chemie ferner liegt,

so möge man sie auch nach dieser Absicht des Verfassers beurtheilen und die Einfachheit der in ihr angegebenen Versuche, welche gleichwohl dadurch nicht an Beweiskraft verloren haben, entschuldigen.

Inhalt.

Inhalt.

1. Die Lebensbedingungen der Pflanze.

Dieselben Bedingungen, welche das Leben und das Gedeihen des Thieres möglich machen und ohne welche es nicht bestehen könnte, sind auch für das Leben und das Wachsthum der Pflanze nöthig, denn letztere ist, wie das Thier, ein lebendiges, in steter Thätigkeit begriffenes, nur auf einer niedrigeren Stufe der organischen Entwickelung stehendes Wesen. Diese Hauptbedingungen für das Leben der Thiere wie der Pflanze sind:

1. Licht und Wärme,
2. Luft,
3. Wasser und
4. Nahrungsmittel.

Wo eine von diesen 4 Bedingungen fehlt, ist auch das Leben des Thieres wie das der Pflanze gefährdet und dieses wird umgekehrt um so frischer und kräftiger sich entwickeln, je harmonischer diese 4 Bedingungen auf das Thier oder die Pflanze einwirken. Der Organismus des Thieres ist jedoch selbständiger als jener der Pflanze, das Thier trägt in sich selbst die Quelle der Wärme durch den zur höchsten Vollkommenheit entwickelten Athmungsproceß, es hängt deßhalb weniger von dem Wechsel der Temperatur (den Wärmeverhältnissen der At-

mosphäre) ab, seine Lebensthätigkeit wird nicht durch den Winter gehemmt oder unterbrochen, wie jene der Pflanze; das Thier kann sich, weil ihm durch seine Bewegungsglieder die Möglichkeit geboten ist, sich willkührlich, d. h. aus innerem Trieb zu bewegen, dahin begeben, wo es die seiner Natur nothwendigen äußeren Lebensbedingungen in für es zusagender Weise vorfindet; es kann die Gegenden verlassen, wenn es der Mangel an Licht und Wärme, an Wasser und Nahrungsmitteln dazu zwingt, wie wir es z. B. bei den Zugvögeln finden; es kann beliebig seinen Durst und seinen Hunger stillen, alles dieses ist der Pflanze unmöglich. Die Pflanze ist an die Stelle gebunden, an welcher sie aufkeimte und sich zum Leben entfaltete: sie muß es sich gefallen lassen, wenn andere um sie herumstehende Pflanzen kräftiger emporschießen, und ihr die Quelle ihres Lebens, das Licht, verkümmern; von der Gunst des Himmels muß sie die Stillung ihres Durstes, die Befriedigung ihres Hungers erwarten; aber eben deßhalb ist auch das Leben der Pflanzen, insoferne dieses nicht an die Dauer von einem oder nur einigen Jahren gebunden ist, ein zäheres und längeres, und von den äußeren Einflüssen unabhängigeres als das Leben des Thieres. Denn man hat Bäume gefunden, deren Leben nicht nur auf Jahrhunderte, sondern sogar auf Jahrtausende geschätzt werden kann.

Fragen wir, welche von obengenannten 4 Lebensbedingungen für die Pflanze am unentbehrlichsten sind, so muß man ihnen den Rang lassen nach der Reihe, in welcher sie aufgeführt worden sind. Mangel an Licht und Wärme sind für die Pflanze ebenso gut Ursache ihres Todes, wie der Mangel der Luft dem Thiere nach kurzer Zeit lebensgefährlich wird. Im Winter lebt zwar der durch den Frost entblätterte Baum noch fort, aber seine Lebensthätigkeit wird durch die in dem warmen Erdboden eingesenkten und von der Decke der Dammerde geschützten Wurzeln forterhalten; würde die äußere Kälte auch in die tieferen, die Wurzeln umgebenden Erdschichten eindringen, so würde der Baum absterben müssen, und eine

ewige Weisheit hat noch dafür gesorgt, daß in den kälteren Gegenden die Erde vor dem Einfluß der äußeren Kälte durch eine Schneedecke geschützt werde, durch welche die Temperatur des Erdbodens selbst nie unter jenen Grad herabsinken kann, bei welchem der Tod der ausdauernden Pflanzen nothwendigerweise erfolgen müßte. Licht und Wärme sind es demnach auch, auf welche wir bei dem Anbau der Pflanzen vor Allem Rücksicht nehmen müssen, denn ohne diese Rücksicht würden wir der Pflanze vergeblich die 3 übrigen Lebensbedingungen in hinlänglichem Maaße zukommen lassen.

Fragen wir nach den Einflüssen des Lichtes und der Wärme, dieser für das Leben der Pflanze nothwendigsten Lebensbedingungen, so bestehen sie zunächst hinsichtlich des Lichtes in einem geheimnißvollen chemischen Proceß, der erst in neuerer Zeit seine theilweise Erklärung gefunden hat. Das Licht ist für die Pflanze, was die Luft für das Thier; letzteres kann ohne diese, erstere nicht ohne jenes bestehen; das Licht ist es, welches den uns so lange verborgen gebliebenen Lebensproceß in der Pflanze unterhält. Das Licht bringt einen eigenthümlichen Zersetzungsproceß, eines von der Pflanze eingesaugten Bestandtheils der Luft, der Kohlensäure, hervor, wie das in der Folge ausführlicher erörtert werden soll, das Licht unterhält den Reduktionsproceß in der Pflanze und bewirkt dadurch ihr Leben, wie umgekehrt die Luft im Thiere den Oxydationsproceß in Thätigkeit erhält und dadurch das thierische Leben möglich macht. Pflanze und Thier sind nur Theile des großen organischen Ganzen, sie sind beide die individualisirten Darstellungen zweier chemischer Processe: der Reduktion und Oxydation, und die Wechselwirkung dieser Processe ist das Leben. Dieses Leben aber in der Pflanze wird durch das Licht unterhalten, wie das Leben im Thiere durch das Athmen; die Pflanze athmet Licht, das Thier Luft; die Pflanze ringt und strebt ihr ganzes Leben hindurch nach Licht, das Thier nach Luft.

Das Licht und die Wärme sind aber nicht allein die

Hauptbedingungen des Lebens der Pflanze, sie sind auch die Ursache der Entwickelung des Pflanzenlebens überhaupt, sie sind es, welche den im Boden schlafenden Keim zum Leben erwecken, ihn zur organischen Thätigkeit anregen, ihn entfalten, kräftigen und gestalten; sie sind es, welche aus den gleichartigen Stoffen der Kohle, des Stickstoffs und des Wassers die Nahrungs= und Produktionsstoffe der Pflanze erzeugen und entwickeln; sie sind es, welche die Pflanze mit dem grünen Gewande der Blätter bekleiden, welche die Farbenpracht und den Duft der Blüthen hervorrufen, welche die aromatischen, die arzneilichen und die nährenden Produkte in der Pflanze erzeugen und endlich die Früchte und Samen zur Reife bringen und dadurch die Lebensthätigkeit der Pflanze vollenden. Nach dem Ebengesagten erscheint es ganz überflüssig, noch ein Wort über diese ersten Lebensbedingungen der Pflanze zu verlieren, und wir wollen nun den Einfluß der zweiten Bedingung des Pflanzenlebens „der Luft" etwas näher betrachten.

Die Luft, welche den Planeten als eine unsichtbare, feine, außerordentlich bewegliche, nach oben immer dünner und leichter werdende Flüssigkeit umgiebt, ist ein Gemenge von verschiedenen Luftarten, in welchem außerdem noch unzählige und äußerst kleine Theilchen von verschiedenen Mineralstoffen von Keimkörnchen der Pflanzen und Eiern von Infusorien herumschwimmen, welche wir wegen ihrer außerordentlichen Kleinheit nicht mit unseren bewaffneten, geschweige unbewaffneten Augen zu erkennen vermögen. Der Hauptsache nach besteht bie Luft aus 2 verschiedenen Luftarten (Gasen), nämlich aus 1 Maaß Lebensluft (Sauerstoff) und 4 Maaßen Stickluft oder Salpeterstoff; außer diesen beiden Hauptbestandtheilen enthält sie noch als einen sich stets gleichbleibenden Gemengtheil etwa $^1/_{1000}$ kohlensaure Luft; gerade dieser in so unbedeutender Menge in der Atmosphäre enthaltene Gemengtheil ist es aber, welcher das Hauptnahrungsmittel für die Pflanze und somit auch für die Thiere liefert und dadurch für die Landwirthschaft von so großer Bedeutung wird; denn ohne dieses freilich unerschöpf=

liche, weil sich immer wieder von neuem ersetzende Tausendel Kohlensäure in der Luft würde die Vegetation stille stehen und die Pflanzen bald aus Mangel an Nahrungsstoff verkümmern, sie würden verhungern, wie ein Thier, welchem man die Nahrung entzieht. Außerdem findet sich in der Luft als ein steter, jedoch sehr wechselnder Gemengtheil, der Wasserdampf, welcher für die Pflanze das ist, wie für das Thier das Wasser selbst; ohne Wasserdampf in der Atmosphäre würden die Pflanzen schnell absterben, ihre Blätter würden vertrocknen, ihre Wurzelfasern zusammenschrumpfen. Dieser Wasserdampf in der Atmosphäre ist es, welcher die Pflanzen frisch erhält, auch bei anhaltender Trockne, und welcher bei der Abkühlung während der Nacht den Thau verursacht. Die Atmosphäre ist das große Reservoir, in welches zuletzt alle jene flüchtigen Stoffe wieder zurückkehren, die der Pflanze als Nahrung gedient haben; wie Kohle, Phosphor, Schwefel, Stickstoff, und aus welchem sie dieselben wieder zurückerhält, wenn sie sich aus ihrem Samen von Neuem entwickelt, während diejenigen Stoffe, die bei der Verbrennung der Pflanze als unverbrennliche Asche zurückbleiben, wie Kieselerde, Kalk- und Bittererde, und Alkalien ihr in unerschöpflicher Menge in der Dammerde selbst geboten werden. Eine Hauptsache für das freudige Gedeihen der Pflanze besteht also darin, den Luftzutritt und Luftwechsel so viel wie möglich zu befördern. Darauf gründet sich nun auch die Erhöhung des Wachsthums der Pflanzen durch die sorgfältige Lockerung des Bodens; denn eben dadurch wird der Luftzutritt zu den feinen Enden der Wurzeln ermöglicht.

Während der Sauerstoff für das Thier Lebensbedingung ist, ist er für die Pflanze die Ursache ihres Untergangs, denn mit derselben Begierde, mit welcher das Thier den Sauerstoff einathmet und sich mit diesem zu verbinden sucht, weist die Pflanze den Sauerstoff von sich ab, um ihr Leben zu retten; das Thier athmet Kohlensäure aus, welche für dasselbe Ursache des Todes werden würde, wenn sie nicht durch die Lungen oder Kiemen des Thieres entfernt werden könnte, die Pflanze

hingegen athmet, oder besser saugt durch ihre unendliche Menge von Sauggefäßen in den feinen Wurzelfasern und den Haaren und Sauglöchern der Blätter die Kohlensäure aus der Atmosphäre mit Begierde ein und dunstet dafür Sauerstoff ab. So stehen beide, Thier und Pflanze, durch die Luft in ewiger Wechselwirkung, jenes als Oxydationsorgan, dieses als Reduktionsorgan des Organismus; eines ist für das andere Lebensbedingung; das Exkret jedes Einzelnen ist für das andere Leben unterhaltender Stoff. Aber die Reduktion der Kohlensäure (d. i. der verbrannten oder gesauerstofften Kohle) durch die Pflanze kann nur durch die Einwirkung des Lichtes erfolgen, nur bei Tage wird die Kohlensäure in der Pflanze in Kohle und Sauerstoff getrennt, nur bei Tage dunsten die Pflanzen Sauerstoff ab, bei der Nacht dunsten sie ebenfalls Kohlensäure aus. Wir sehen auch hier wieder die bedeutungsvolle Wirkung des Lichtes; dieses nämlich besitzt die Eigenschaft, die Verbindungen von verbrennungsfähigen Stoffen, namentlich der Kohle und der Metalle, mit den die Verbrennung unterhaltenden Stoffen, also insbesondere dem Sauerstoff, zu trennen und wieder in Kohle und Sauerstoff zu verwandeln. Die Pflanze gleicht einem Seihapparat, welcher während des Aufsaugens der Luft die Kohle in sich zurückhält, während er den Sauerstoff abfließen läßt; dieses Zersetzen der Kohlensäure durch die Pflanze ist jedoch nur, wie schon bemerkt wurde, unter zu gleicher Zeit stattfindendem Einfluß des Lichtes möglich.

Der in der Atmosphäre sich immer gleichbleibende Gehalt an Kohlensäure wird aber nicht allein durch den Athmungsproceß der Thiere unterhalten, der Verbrennungs- und Verwesungsproceß liefern unstreitig noch weit größere Mengen von Kohlensäure, denn indem die Pflanze (das Holz) verbrannt wird, oder nach ihrem Absterben verwest, geht sie ebenfalls in Kohlensäure über, und da gegenwärtig alljährlich Millionen von mineralisirten Pflanzen, als Steinkohle, verbrannt werden, so muß auch die Atmosphäre, wenn auch nur in geringer Menge, reicher an Kohlensäure werden und in demselben Verhältniß die Vegeta-

tionsthätigkeit zunehmen; insoferne ist also die Steinkohle für uns von doppelter Bedeutung: sie ermöglicht nicht allein den Aufschwung der Fabrikation und Industrie, des Transports zu Wasser und zu Lande, sondern sie wird auch die Quelle für Millionen von neuen organischen Wesen; Jahrtausende hat sie unter der Erde geschlafen, unser Jahrhundert ist ihr Auferstehungstag geworden, sie tritt wieder ein in den lebendigen und sich im ewigen Wechsel befindenden Kreis des Organismus.

Obgleich die Pflanze der Hauptsache nach nur eine gewässerte Kohle ist, d. h. aus Kohle und Wasser besteht, wenn wir absehen von ihren erdigen oder Aschenbestandtheilen, so enthält sie doch außerdem noch Stoffe, obwohl nur in geringer Menge, welche aber gerade für den thierischen Organismus von höchster Wichtigkeit sind, es sind dieses die Verbindungen des Stickstoffes. Es ist schon bemerkt worden, daß der Hauptbestandtheil der Luft, welcher in ihr zu $^4/_5$ enthalten ist, Stickstoff genannt werde und zwar deßhalb, weil in ihm Thiere ersticken und brennende Körper verlöschen müssen, denn nur der Sauerstoffgehalt der Luft macht das Athmen der Thiere und das Verbrennen der Körper möglich. Dieser Stickstoff ist ist es nun auch, welcher im thierischen Organismus eine so wichtige Rolle spielt, weil der Körper des Thieres, wenn wir wieder absehen von seinen erdigen, unverbrennlichen Bestandtheilen, zwar auch wie die Pflanze der Hauptsache nach aus Kohle und Wasser besteht, aber außer der Kohle noch Stickstoff in festem Zustande enthält, und zwar, jenen Bestandtheil, aus welchem sich die thierischen Körper entwickeln und welchen wir eigentlich als die Basis aller thierischen Gebilde betrachten können, nämlich das Eiweiß, gegen 15 Procent auf 55 Procent Kohle. In der Pflanze findet sich nun auch immer etwas Eiweiß, namentlich aber in den Samen der Getreidearten und Hülsenfrüchte, aber auch in allen Blättern, Stengeln und Wurzeln ist es enthalten, und man macht von diesem Eiweißgehalt der Pflanzen, welches noch in eigenthüm-

lichen Modificationen als Kleber und Pflanzenleim vorkommt, die Nahrungsfähigkeit der Pflanzentheile als Nahrungsmittel abhängig, was auch in so ferne richtig ist, als gerade jene Samen als am nährendsten und sättigendsten erkannt worden sind, wie Erbsen, Linsen und Bohnen, welche das Pflanzeneiweiß, also den stickstoffreichen Körper, in größter Menge enthalten. Der Stickstoff findet sich aber nicht allein als Eiweiß und in eiweißähnlichen Körpern in den Pflanzen, er ist auch noch in den starkwirkenden, in mehreren Pflanzen vorkommenden Arzneistoffen enthalten, so z. B. in dem Kaffestoff, in den Pflanzengiften der bitteren Mandeln, des Schierlings, der Krähenaugen 2c. Noch ist die Frage nicht vollständig gelöst, ob dieser in den genannten Pflanzenstoffen enthaltene Stickstoff aus dem Stickstoff der Luft herrühre, ob also die Luft auch in dieser Beziehung direkten Antheil nehme an der Bildung der Pflanzenstoffe, oder, was jedoch viel wahrscheinlicher ist, die Pflanzen diesen Stickstoff aus dem Ammoniak, einer Verbindung des Stickstoffs mit Wasserstoff, welche bei der Verwesung der thierischen Stoffe (der scharfe Geruch in Abtritten und Viehställen rührt davon her) gebildet wird, erhalten. Das Ammoniak ist an und für sich ein stechend riechendes Gas, welches vom Wasser mit größter Begierde verschluckt wird, diese Lösung nennt man gewöhnlich Salmiakgeist, das Ammoniak findet sich aber nicht als solches in der Luft enthalten, sondern immer als kohlensaures Ammoniak. Letzteres ist im reinen Zustande ein weißes Salz (Hirschhornsalz), welches aber sehr flüchtig ist, und schon bei gewöhnlicher Temperatur verdampft und sich in der Luft auflöst. Das kohlensaure Ammoniak bildet sich nun insbesondere bei der Verwesung des Düngers, und wird auf diese Weise von den Pflanzenwurzeln eingesaugt und dient dann der Pflanze zur Bildung ihrer eigenthümlichen stickstoffhaltigen Produkte. Wegen seiner großen Flüchtigkeit ist es immer in der Luft, obwohl in sehr geringer Menge enthalten, und daher kommt es auch, daß es von Regenwasser aufgelöst wird und demselben dadurch seine, das

Wachsthum der Pflanzen befördernde Eigenschaft ertheilt. Die Bedeutung der Luft für die Pflanze ist also von gleicher Wichtigkeit wie für das Thier, ja in soferne als sie durch ihren Kohlensäuregehalt zugleich die Vorrathskammer des wichtigsten Nahrungsmittels der Pflanze bildet, ist sie für dieselbe noch wichtiger. Ueber den Einfluß des Sauerstoffs der Atmosphäre auf die Pflanze ist man nicht durch Versuche zur klaren Einsicht gelangt, gewiß ist es aber, daß dieser Stoff auch die Lebensthätigkeit der Pflanze erhöht und zur Bildung ihrer einzelnen Produktionsstoffe viel beiträgt, insbesondere aber den Keimungsproceß der Samen einleitet, befördert und unterhält.

Das Wasser, die dritte Lebensbedingung der Pflanze, wird es insbesondere dadurch, daß es bei weitem den größeren Theil der Pflanzen selbst ausmacht; durchschnittlich läßt sich annehmen, bestehen die saftigen Wurzeln und Früchte, Blätter und Stengel aus 75 Proc. Wasser und nur 25 Proc., also den vierten Theil fester, kohlenstoffhaltiger Substanz; das Wasser ist deßhalb für die Pflanze, weil sie zum großen Theile daraus besteht, auch zugleich ihr wichtigstes Nahrungsmittel. Aber dem Wasser ist noch eine andere Bedeutung für das Leben der Pflanze geworden, eine Bedeutung die es für das Thier nicht, oder nur in weit geringerem Grade hat; das Wasser vermittelt für die Pflanze die Aufnahmsfähigkeit von festen, zu ihrer Existenz nöthigen Stoffen, die ihr ohne das Wasser nicht zugänglich sein würden. Wie also die Luft der Pflanze die Kohle zuführt, so das Wasser Kieselerde, Kalk- und Bittererde, Alkalien und phosphorsaure Salze. Dem Thiere hat die Natur Bewegungsglieder verliehen, daß es sich seine Nahrung selbst suchen könne, der Pflanze hat sie diese Glieder zwar versagt; dagegen wurden ihr die beweglichen Elemente Luft und Wasser als Ersatz für jene Glieder gegeben, sie sind beide ihre Diener geworden, welche ihr Speise und Trank zuführen müssen. Die Wichtigkeit des Wassers für die Pflanze als Dampf in der Luft ist schon oben berührt

worden, der Einfluß des Regens, des Thaus auf die frische Entwickelung der Pflanzen ist Jedermann bekannt; aber die wichtigste Eigenschaft des Wassers bezüglich seines Einflusses auf das Leben der Pflanze bleibt unbestritten seine Fähigkeit die Körper aufzulösen und sie dadurch der Aufsaugung von den feinen Wurzelfasern zugänglich zu machen. Die Pflanze bedarf zu ihrem Bestehen nicht allein der obenerwähnten Nahrungsmittel, des Kohlen- und Stickstoffs, sie hat auch mineralische Bestandtheile nöthig, die dem Stengel, dem Halm, dem Stamm, den Blättern und Blüthen die gehörige Festigkeit verleihen. Der Halm der Gräser und Getreidearten würde keine Festigkeit besitzen, wenn diese nicht durch die Kieselerde hervorgebracht würde. Diese mineralischen Bestandtheile sind deßhalb für die Pflanze von gleicher Bedeutung wie für das Thier die Knochen; ohne letztere könnte der thierische Leib nicht bestehen, ohne erstere der Leib der Pflanze nicht. Das Wasser ist es, welches diese Zufuhr des mineralischen Nahrungsstoffes für die Pflanze zu besorgen hat.

Eine andere für das Leben der Pflanze auch zu berücksichtigende, obwohl noch wenig berücksichtigte Eigenschaft des Wassers besteht darin, daß es bei seiner Verdampfung die Temperatur erniedrigt. Ohne diese Eigenschaft würde die Pflanze die äußere Temperatur der Luft annehmen und dabei in heißen Sommertagen absterben; aber durch die fortwährende rasche Verdampfung des aus der Wurzel nach den Blättern aufsteigenden Saftes auf der verhältnißmäßig großen Blattfläche wird in der Pflanze selbst eine möglichst gleichmäßige Temperatur unterhalten, bei der Kühle der Nacht hingegen wird die weitere Abkühlung der Pflanze in Folge der Verdunstung des Wassers wieder gehemmt durch die Bedeckung der Blätter mit Thau. Endlich ist jene oben schon erwähnte Eigenschaft des Wassers von großer Wichtigkeit, nämlich sein Uebergang im Winter in Schnee und Eis. Der Schnee bildet während des Winters das warme Kleid der Erde, welches die noch zarten Getreidepflanzen ebensowohl wie die Wurzeln der Bäume vor

dem Erfrieren schützt, zugleich aber dringt das Wasser in die Erde ein und bei dem Gefrieren der Erdschollen werden diese mürbe gemacht, und so durch den Frost die Aufschließung der Ackerkrume bewerkstelligt.

Unter Nahrungsmitteln verstehen wir alle jene Stoffe welche zum Bau eines organischen Körpers dienen, und aus welchen derselbe gebildet ist, ohne welche er, wenn sie ihm nicht immer von Neuem zugeführt werden, weder wachsen noch fortbestehen kann; danach unterscheiden wir zweierlei Arten von Nahrungsmitteln, nämlich 1) organische Nahrungsmittel, solche, welche innerhalb des Organismus in stetem Wechsel begriffen und nicht feuerbeständig sind: Kohlenstoff, Stickstoff und Wasser*), und 2) unorganische Nahrungsmittel oder solche, welche innerhalb des Organismus weniger dem Wechsel unterworfen und feuerbeständig sind: Kieselerde, Kalk- und Thonerde, Alkalien und phosphorsaure Salze; in einigen Pflanzen findet sich auch die Thonerde und geringe Mengen von Eisen- und Manganoxyd. Wenn wir ein Thier mästen wollen, so müssen wir ihm die für es geeigneten Nahrungsmittel in gehöriger Menge reichen; wenn wir das Wachsthum der Pflanzen befördern wollen, so müssen wir dasselbe thun, wir müssen ihnen eine hinlängliche Menge für sie geeigneter Nahrungsmittel zukommen lassen. Diese Nahrungsmittel sind die oben Genannten. Der gewöhnliche Stalldünger in Verbindung mit Abtrittsdünger ist ein Complex dieser Nahrungsmittel der Pflanze, er enthält beide Arten von ihren Lebensmitteln, organische und unorganische, nicht allein in hinreichender Menge, sondern auch in einem Zustande, in welchem diese Stoffe der Aufsaugung durch die Pflanzenwurzeln am zugänglichsten sind. Denn die

---

*) Wir rechnen das Wasser mit zu den organischen Nahrungsmitteln, weil es jedenfalls innerhalb des Organismus einer häufigen Zersetzung unterworfen ist, wodurch die große Mannigfaltigkeit der kohlenwasserstoffhaltigen Produkte der Pflanze erzeugt wird.

Vertheilung der Kieselerde im Stroh, wie jene der phosphorsauren Salze in den Exkrementen ist eine ganz andere als diejenige in der Asche der genannten Stoffe. Bei der Verbrennung des Strohs bleibt eine an Kalk-, Kieselerde- und an phosphorsauren Salzen reiche Asche zurück; aber diese Asche ist bei der Verbrennung zusammengefrittet worden, und dadurch in einen weit schwerer löslichen Zustand übergegangen; deshalb ist es ein großer Unterschied, ob man diese unorganischen Nahrungsmittel noch enthalten im Stroh, oder nur als Asche des Strohs auf den Acker bringt. Bei der Verwesung des Strohs und der kohlenstickstoffhaltigen Bestandtheile des Mistes und der Exkremente überhaupt bildet sich nämlich zugleich auch stets viele Kohlensäure und kohlensaures Ammoniak und da sich die Kieselerde sowohl wie die phosphorsauren Salze bei der Verwesung der organischen Stoffe in der feinsten Vertheilung befinden, so werden diese Stoffe auch dadurch der raschesten Einsaugung von den Wurzelfasern zugänglich gemacht. Der Dünger (wir verstehen immer die Vermengung von Stallmist mit Exkrementen) ist deßhalb nicht allein der natürlichste, sondern auch vorzüglichste Nahrungsstoff für die Pflanzen und kann durch kein anderes sogenanntes künstliches Düngungsmittel vollständig ersetzt werden (wir sehen hier ab vom Guano, welcher ja nur aus Vogelexkrementen besteht, oder von als Dünger verwendet werdenden, getrockneten und gemahlenen Fischen und Seekrebsen); aber es ist auch nicht in Abrede zu stellen, daß, wie wir in der Folge zeigen werden, der Ackerboden durch mineralische Vermengungen fruchtbringender gemacht werden kann. Wir kennen jetzt die Nahrungsmittel der Pflanze genau, wir haben also nur nöthig diese dem Acker zu geben, wenn sie nicht in ihm enthalten sind, um seine Produktionskraft zu erhöhen. Man würde sich aber sehr täuschen, wenn man glauben wollte, es wäre gleichviel, auf welche Weise dieses Vermengen des Ackerbodens mit jenen ihm fehlenden unorganischen Nahrungsmitteln geschehe. Würden wir z. B. eine Wiese mit gemahlenen Glasscherben überstreuen, so wür-

den wir derselben zwar Kieselerde und Kalk bieten, also Substanzen, welche das Wachsthum des Grases, weil sie beide unorganische Nahrungsmittel desselben sind, zu erhöhen vermögen, wir würden aber trotz alledem keine merkliche düngende Wirkung beobachten können, denn zur Zersetzung des Glaspulvers sind vielleicht Jahrhunderte nöthig; wenn wir dagegen die Wiese anstatt mit Glaspulver mit gemahlenem Wasserglas überstreuen würden, so möchte der Erfolg nicht zweifelhaft sein, und die Wirkung dieses mineralischen Düngungsmittels in kurzer Zeit durch den üppigeren Graswuchs den Erfolg zeigen, weil das Wasserglas vom Thau und Regen aufgelöst, dadurch den Wurzelfasern der Gräser zugänglich wird. Wenn man einen Weizenacker mit gebrannten Knochen düngt, so ist eine düngende Wirkung nicht zu bemerken; ganz anders aber verhält sich's, wenn man ungebrannte Knochen in englischer Schwefelsäure auflöst und hiermit den Acker düngt, denn in diesem Fall ist der phosphorsaure Kalk in einen löslichen Zustand übergegangen und dadurch auffaugungsfähig geworden, wenn wir auch davon absehen wollen, daß es vorzüglich der in den Knochen enthaltene Leim ist, welcher die düngende Kraft besitzt. Wollen wir also der Ackererde die unorganischen Nahrungsmittel für die Pflanze zuführen, so haben wir vor Allem darauf Rücksicht zu nehmen, daß wir sie der Pflanze auch in einem Zustande darbieten, in welchem sie ihren Wurzeln zur Auffaugung zugänglich sind. So gewiß es also ist, daß Kali und phosphorsaurer Kalk die Fruchtbarkeit des Ackerbodens erhöhen können, so unrichtig ist doch auf der andern Seite die Meinung, man habe den Boden durch Vermengung mit gepulverten Glasscherben, Feldspath, gebrannten Knochen oder gar Phosphorit wirklich verbessert und seine Tragkraft erhöht, weil man Kali und phosphorsauren Kalk in den Boden gebracht hat; es gehört nothwendig auch dazu, daß man diese Stoffe in einen Zustand versetze, in welchem sie zuvor auffaugungsfähig für die Pflanzenwurzeln gemacht worden sind, denn außerdem gehören Jahrhunderte zu ihrer Zersetzung; der Landwirth verlangt aber

die Wirkung des Düngers für die nächsten Erndtejahre, denn nur dadurch wird sich der Dünger wieder bezahlt machen. Abgesehen davon, daß die Pflanzen, wie bereits oben erwähnt worden ist, den größten Theil ihres Kohlenstoffs aus der Kohlensäure der Luft und ihres Stickstoffs höchst wahrscheinlich aus dem Ammoniakgehalt der Atmosphäre erhalten, so muß man doch zugeben, daß der Dünger durch seine Verwesung die reichhaltigste und den Pflanzenwurzeln am nächsten gebrachte Quelle für Kohlenstoff und Stickstoff sei, daß deßhalb auch die Pflanzen durch die Düngung schnell erstarken, eine um so größere Masse von Einsaugungsgefäßen entwickeln und zu größerer Selbständigkeit gelangen. Die Wirkung des Düngers auf die Pflanze würde dann, wenn man diese Meinung als richtig anerkennen wollte, etwa dem Einflusse der Muttermilch auf den Säugling gleichen, indem diese nur dazu dient demselben hinlängliche Kraft und Selbständigkeit zu verleihen, daß er sich seine Nahrung später durch eigene Kräfte selbst suchen kann. Aber gerade die organischen Nahrungsmittel scheinen es zu sein, welche diese erste Entwickelung der Pflanze hervorrufen, und hierin scheint auch die eigentliche Wirkung des Düngers zu liegen, denn ist die Pflanze erst gehörig erstarkt, so entwickeln sich auch die Wurzeln so kräftig, daß erstere die für sie nothwendigen unorganischen Nahrungsmittel dem Boden entziehen und ihre Blätter in solcher Fülle ausbreiten kann, um der Luft die Kohlensäure zu entnehmen.

---

2. Der Ackerboden und seine Bestandtheile und dessen mechanische und chemische Untersuchung.

Der Ackerboden ist nicht etwas Ursprüngliches, er ist erst durch die Bearbeitung der Oberfläche der Erde durch die Hand des Menschen aus jenen hervorgegangen. Allein die Oberfläche der Erde ist an der einen Stelle geschickter, um in Ackerboden umgewandelt (cultivirt) zu werden, als an der anderen. Der Boden der nordamerikanischen Wälder oder der Savannen Brasiliens läßt sich leichter und schneller in fruchtbaren Ackerboden umwandeln, als der Boden der Steppen Südrußlands oder gar der Wüsten Afrikas. Boden, welcher durch Jahrtausende mit Pflanzen bewachsen war, ist dadurch schon für das Wachsthum der Culturpflanzen vorbereitet worden, er erfordert nicht einmal Düngung, er braucht nur umgebrochen und zum Acker bearbeitet zu werden. Der Boden ist entweder aus der, seit der Entstehung des Planeten fortgehenden Verwitterung der Gebirgsarten, oder durch die Anschwemmung der durch die Wasserfluthen zu Sand zermalmten Felsen entstanden. Je nach den Bestandtheilen der Gebirgsarten, aus welchen der Ackerboden hervorgegangen ist, muß derselbe auch eine verschiedene Beschaffenheit haben und von verschiedener Fruchtbarkeit sein. Wir können hinsichtlich der Landwirthschaft ganz absehen von der geognostischen Eintheilung der Gebirge und von ihrer vermutheten Entstehungsart, wir können absehen von dem wahrscheinlichen Alter der einzelnen Formationen; für uns haben zunächst nur die Bestandtheile der Gebirge Interesse, und in dieser Beziehung können wir die Gebirge eintheilen in Kieselgebirge und Kalkgebirge. Es versteht sich von selbst, daß in dem Boden der ersteren die Kieselerde (Sand), in den anderen die Kalkerde vorherrscht. Der Lauf der Flüsse aber geht sehr oft durch beide Gebirgsarten hindurch, und so entstand namentlich in den Niederungen ein aus beiden Gebirgsarten

gemischter Boden, welcher unstreitig der für das Wachsthum der Pflanzen geeignetste ist, weßhalb auch die meisten Flußthäler der größeren Flüsse den vortrefflichsten Ackerboden zeigen; man wird sich am Rhein= und Mainthal, am Thal der Donau und der Elbe von der Wahrheit dieses Satzes überzeugen können. Alle Kieselgebirge enthalten zugleich Thonerde und gewöhnlich Kali, hingegen nur in geringer, zuweilen verschwindend geringer Menge Kalk= und Talkerde; die Kalkgebirge bestehen hingegen zum großen Theil aus kohlensaurer Kalkerde und enthalten gewöhnlich auch Bittererde, zuweilen geringe Mengen von phosphorsaurem Kalk. Sowohl die Kiesel= wie die Kalkgebirge sind der fortwährenden Verwitterung durch den Einfluß der Luft, des Wassers, des Wechsels von Wärme und Kälte und des Wachsthums der sie bekleidenden Flechten ausgesetzt. Namentlich sind die Kieselgebirge hinsichtlich ihrer Verwitterungsfähigkeit sehr verschieden, und man kann die Regel aufstellen, daß ein Boden um so fruchtbarer ist, je verwitterungsfähiger die Gebirgsart ist, welcher er seine Entstehung verdankt. Die Verwitterung der Gebirgsarten hängt zugleich ab von der Größe der Körner ihrer einzelnen Bestandtheile und von der größeren oder geringeren Gleichartigkeit ihrer Masse. Von der Grob= oder Feinkörnigkeit der Gebirgsart hängt auch die Melbigkeit des Bodens ab. Je feinkörniger die Gebirgsart ist, aus welcher der Ackerboden entstanden ist, um so feinkörniger, melbiger, und umgekehrt um so grobkörniger wird er sein. Ueberhaupt liefern die meisten körnigen Gebirgsformationen bei ihrer Verwitterung einen grobkörnigen Ackerboden, während jener aus der Verwitterung schieferiger Gebirgsformationen hervorgegangene, feinkörniger ist. Der Ackerboden, welcher aus der Verwitterung des Granits entstanden ist, hat wenig Zusammenhang und erscheint grobkörnig, jedoch ist er ziemlich fruchtbar; hingegen ist der Boden, welcher aus der Verwitterung des Glimmerschiefers entstanden ist, so zart, daß er sich feucht leicht formen läßt, bildsam ist. Beide Gebirgsarten, Granit und Glimmerschiefer sind hinsichtlich ihrer

chemischen Bestandtheile wenig unterschieden. Der Gneiß, welcher dieselbe Zusammensetzung hat, ist feinkörniger als Granit und grobkörniger als Glimmerschiefer, der aus ihm entstehende Ackerboden hält deßhalb auch die Mitte zwischen beiden, er ist weniger körnig als der Granitboden, und nicht so zart wie der Glimmerboden. Ein ähnliches Verhältniß sehen wir bei der Verwitterung der Kalkgebirge auftreten, jedoch sind diese Gebirge im Allgemeinen der Verwitterung weniger ausgesetzt als die Kieselgebirge. So verwittert z. B. der körnige Kalk (Urkalk) äußerst langsam, hingegen verwittern kalkerdehaltige Kalke (Dolomite) in der Regel schneller, am leichtesten der Mergel und der Liaskalk, letztere geben deßhalb auch einen sehr fruchtbaren Ackerboden. Da die Hauptbestandtheile der Kieselgebirge Kiesel- und Thonerde, der Kalkgebirge Kalkerde sind, so besteht auch der Ackerboden selbst aus diesen drei Erdarten, und man theilt ihn je nach dem Vorwalten dieser drei Erden in Sandboden (Kieselboden),

Lehmboden (Thonboden) und

Mergelboden (Kalkboden)

ein. Im Sandboden ist zuweilen so viel Kieselerde enthalten, daß er fast ganz daraus besteht, nämlich gegen 90% Sand enthält, solcher Boden ist unfruchtbar und kann nur durch starke Düngung ertragsfähig gemacht werden. Wenn im anderen Falle die Thonerde zu sehr im Boden zunimmt, so wird dieser dadurch bildsam, schwer wie der Landmann sagt, im Gegensatze zum Sandboden, welchen er leicht nennt. Dieser Boden trocknet nur sehr langsam aus, indem er die Feuchtigkeit mit großer Begierde zurückhält; wenn deßhalb das Frühjahr naß ist, so können Felder mit solchem schweren Boden nicht sogleich bestellt werden, da er sich nicht bearbeiten läßt; wird hingegen die rechte Zeit versäumt und der Boden trocknet zu sehr aus, so bildet er harte Schollen, welche von den Ackerwerkzeugen nicht mehr gehörig zermalmt werden. Wenn der Thonerdegehalt bis zu 30 Procent im Boden steigt, so ist er nicht wohl mehr als Ackerboden zu gebrauchen, indem er zu

große Bindigkeit besitzt und bei Nässe und darauf folgender Trockenheit sich mit einer festen Kruste bedeckt, wodurch die Pflanzen in ihrem Wachsthum zurückgehalten werden.

Der Kalk ertheilt zwar der Ackererde auch eine gewisse Bündigkeit, aber nicht in gleichem Maaße wie die Thonerde; der Kalkboden trocknet viel leichter aus, die Menge des Kalks steigt auch in den reichsten Kalkbodenarten selten auf 40 %. In der Regel enthält der Kalkboden auch Thonerde, diese Mischung wird Mergel genannt; je nachdem in einem solchen Mergelboden Sand, Kalk oder Thon vorherrschen, unterscheidet man auch verschiedene Mergelarten, nämlich Kalk-, Thon- und Sandmergel.

Die Kieselerde oder der Sand bildet bei alledem im Allgemeinen das eigentliche Substrat der Ackererde und beträgt in ihr durchschnittlich wenigstens 50 %. Fragen wir nach den Wirkungen des Kieselsandes, so bestehen diese zunächst darin, daß er den Boden locker macht und dadurch den Zutritt der Luft ermöglicht; deßhalb gedeihen im Sandboden auch vorzugsweise Wurzelgewächse wie Kartoffeln, während andere z. B. die Waizenarten verkümmern. Es ist schon bemerkt worden, daß die Kieselerde ein wichtiges unorganisches Nahrungsmittel für die Pflanze, namentlich die Getreidearten, ist, daß sie demnach auch in dieser Beziehung im Boden nie fehlen darf, was aber ohnehin wegen ihrer allgemeinen Verbreitung nicht vorkommen kann. Der größte Nachtheil des Sandbodens besteht darin, daß er zu schnell austrocknet und deßhalb in trocknen Jahren unfruchtbar ist; um so erträglicher ist er hingegen in feuchten Jahrgängen. Da er selbst wenig Düngungskraft besitzt, so nennen ihn auch die Landleute Düngerfresser, weil sich in ihm der Dünger rascher verzehrt als im bindigen Lehmboden, welcher dem Einflusse der Luft weniger ausgesetzt ist als der Sandboden.

Die Thonerde ist zwar, wenn wir absehen von den Farrnkräutern, Moosen 2c., kein Nahrungsstoff für die Pflanzen, denn sie findet sich sonst nie in ihrer Asche; aber um so

wichtiger sind ihre physikalischen Eigenschaften für den Ackerboden.

Es ist hier der Ort, über diese, bis jetzt noch zu wenig in Berücksichtigung gezogenen Eigenschaften des Ackerbodens einige Worte zu sagen. Man hat in neuerer Zeit die Fruchtbarkeit des Ackerbodens vorzüglich von seiner chemischen Beschaffenheit, d. h. von der Zusammensetzung seiner chemischen Bestandtheile abhängig zu machen gesucht; man hat denselben dadurch zu verbessern geglaubt, daß man ihm diejenigen chemischen Bestandtheile, welche ihm von den Culturpflanzen entzogen werden, künstlich zurückgiebt; man hat die Wirkungen des Humus, über welche in der Folge mehr gesagt werden soll, für unwesentlich erklärt, ebendarum weil man die Fruchtbarkeit des Ackerbodens nur chemisch zu erklären versuchte, und seine physikalischen Wirkungen ganz außer Acht ließ. Wir hoffen darzuthun, daß die physikalischen Einflüsse, d. h. diejenigen Wirkungen des Ackerbodens, bei welchen man absieht von seinem Gehalt an chemischen Stoffen, insoferne diese für die Pflanze als unorganische Nahrungsstoffe betrachtet werden können, von ebenso großer Bedeutung, wo nicht von größerer sind wie die chemischen Bestandtheile des Bodens als directe Nahrungsstoffe für die Pflanze selbst; denn die Menge der unorganischen Stoffe, welche man bisher absichtlich als Düngungsmittel in den Boden zu bringen suchte, ist in der That verschwindend klein zu nennen gegen die Menge, welche bereits von diesen Stoffen in dem Boden enthalten ist. Hat man doch sogar vorgeschlagen, in den Boden mit Kali gefrittete Kieselerde zu bringen, d. h. Glasscherben, ohne zu bedenken, daß in einem Morgen Ackerlandes bereits hunderttausende von Centnern Kieselerde enthalten sind. Mit der Verbesserung der Aecker mit 1/2 Centner gebrannter Knochen auf den Morgen Ackerlandes ist es nicht viel besser, denn es findet sich in der Ackererde schon eine solche Menge phosphors. Kalks, daß wir dadurch wenig oder nichts bezwecken, und über den Phosphorgehalt der Luft sind wir bis jetzt noch ganz im Unklaren, ob-

wohl es sehr wahrscheinlich ist, daß in ihr jedenfalls Phosphor in nicht geringer Menge enthalten sei, denn dieser Stoff gehört unter diejenigen, welche in den allgemeinen Kreislauf, wie der Kohlenstoff und der Schwefel eingehen, und kann deßhalb den Pflanzen so gut durch die Luft wie durch den Boden dargeboten werden *). Wenn der Ackerboden deßhalb wirklich chemisch verbessert werden soll, so müssen die chemischen Substanzen wie Alkalien, phosphorsaure Salze in ganz anderen Verhältnissen mit dem Boden vermengt werden, als man es bisher versucht hat. Denn entweder wird mit einem solchen unorganischen, sogenannten Mineraldünger, nichts bezweckt, wenn man nur eine geringe Menge von jenen Substanzen in den Boden bringt, oder die Menge des hineinzubringenden mineralischen Stoffs ist verschwindend klein gegen die bereits darin enthaltene, denn der schlechteste Weizenboden enthält wenigstens 5 pro Cent Kalk, also im Morgen ungefähr 5400 Centner, was sollen dann 5 Centner Kalkdüngung hervorbringen, wenn bereits eine so große Menge Kalks im Boden enthalten ist? Daß es übrigens nicht sowohl die chemischen Substanzen sind, welche die Fruchtbarkeit des Ackerbodens bedingen, dafür ist die Thonerde der sprechendste Beweis; deßhalb vermissen wir sie auch ganz in den Düngerrecepten mit unorganischen Düngungsmitteln, denn der Chemiker weiß ja, daß die Thonerde in der Asche der Getreidearten, der Kartoffeln, Rüben, des Tabaks ꝛc., überhaupt der Asche der Culturpflanzen gar nicht enthalten ist; deßhalb ist die Thonerde

---

*) Ich erinnere hier nur an die tausende von Centnern von Phosphor, die alljährlich durch den Gebrauch der Zündhölzchen in die Luft übergehen, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß selbst bei der Verwesung der Leichname von Menschen und Thieren ein großer Theil Phosphor in die Luft übergeht und durch diese in den allgemeinen Kreislauf des Organismus zurückkehren kann; wenigstens ist es bekannt, daß bei der Verwesung von Fischen Phosphorwasserstoffgas entwickelt wird.

auch vom rein chemischen Standpunkte aus ein ganz überflüssiger Bestandtheil der Ackererde, und doch spricht eine vieltausendjährige Erfahrung dafür, daß der Weizen in bindigem Boden gedeiht, während er in reinem Sandboden verkümmert. Die Wirksamkeit des Thonerdegehaltes des Ackerbodens ist also hier schlagend dargethan, aber wir werden die eigenthümlichen Wirkungen der Thonerde (des Lehms) im folgenden Abschnitte noch bestimmter durch Versuche nachzuweisen bemüht sein; wir wollen nur im Voraus bemerken, daß es insbesondere jene Eigenschaft der Thonerde: mit Wasser einen bildsamen Teig zu bilden, und das Wasser lange zurückzuhalten, ist, welche ihre Wirksamkeit bedingt. Die feuchte Thonerde besitzt aber auch noch die merkwürdige Eigenschaft, mit Begierde das Ammoniak aus der Luft aufzusaugen und dadurch als Vermittler des Stickstoffs für die Pflanze aufzutreten; der Kieselsand hingegen hält weder das Wasser zurück, weil er damit keinen bildsamen Teig bildet, noch besitzt er eine außergewöhnliche Anziehungskraft der Wasserdämpfe aus der Luft wie die Thonerde, noch endlich jene Anziehungsfähigkeit des kohlensauren Ammoniaks. Die Thonerde wirkt also durchaus nicht als Pflanzennahrungsmittel, und doch ist sie für den Ackerboden von der größten Wichtigkeit durch ihre physikalischen Eigenschaften.

Nachdem wir die drei Haupt= oder besser vorwaltenden Bestandtheile der Ackererde und deren Einfluß auf die Fruchtbarkeit der Letzteren kennen gelernt haben, erübrigt es uns noch Einiges über jene mineralischen Nahrungsmittel der Pflanze zu sagen, welche im Boden nie fehlen dürfen, weil sie für die Pflanze ebenso unentbehrlich sind wie Kalk und Kieselerde. Vor Allen ist das Kali zu nennen. Es ist hinlänglich bekannt, daß beim Verbrennen der Pflanzen eine Asche zurückbleibt, in welcher Pottasche (kohlensaures Kali) in größerer oder geringerer Menge enthalten ist; so finden sich z. B. in der Asche der Kartoffeln 60—70 Procent Kali, wenn man den Gehalt der Asche an Kohlensäure und Chlor außer Berechnung läßt; in der Asche der Runkelrüben ist es in nicht geringerer Menge

enthalten; in der Asche des Korns und Waizens (der ganzen Pflanze) finden sich 40—50 Procent Kali. Daraus ergiebt sich, welche große Mengen von Kali alljährlich dem Boden durch die Culturpflanzen entzogen werden; zugleich aber müssen wir daraus schließen, daß das Kali eines der nothwendigsten mineralischen Nahrungsmittel für die Pflanze sei, und daß es eine sehr wichtige Rolle im Organismus der Pflanze spiele; es fehlt noch an sorgfältig ausgeführten Versuchen, durch welche nachgewiesen werden könnte, inwieferne das Kali durch das Natron (Soda) ersetzt werden kann; es wäre dieses von nicht geringer Wichtigkeit für die Landwirthschaft, da uns im Kochsalz eine unerschöpfliche Quelle zur Darstellung von Natron geboten ist, während das Kali von Jahr zu Jahr mit der Lichtung der Wälder im Preise steigt, und schon deßhalb nicht als mineralisches Düngungsmittel angewendet werden kann. Das Kali ist insbesondere reichlich in jenen Bodenarten enthalten, welche aus der Verwitterung von Urgebirgsarten (Granit, Gneiß, Glimmer) hervorgegangen sind, da der Feldspath, welcher gegen 15 Procent Kali enthält, ein Hauptgemengtheil jener Gebirgsarten ist. In geringerer Menge findet es sich in dem Boden, welcher aus der Verwitterung von Sandstein (Sandboden) entsprungen ist, und in den Kalkboden ist es in verhältnißmäßig noch geringerer Menge enthalten, da in den Kalkgebirgsarten selbst nur geringe Mengen, oft nur Spuren von Kali gefunden werden. Hingegen findet es sich im Lehmboden zuweilen in nicht geringer Menge, da ich schon Lehmarten untersucht habe, welche gegen 5 Procent Kali enthielten, gewöhnlich enthält der Lehm nicht mehr als 1—2 Procent Kali.

Als einen constanten Bestandtheil in der Asche der Pflanzen finden wir noch die phosphorsaure Kalk- und Talkerde, woraus wir folgern müssen, daß auch diese beiden Verbindungen in dem Ackerboden enthalten sind; die Phosphorsäure ist jedoch nicht allein an diese beiden Erden gebunden, sondern auch an Kali, vielleicht auch an Ammoniak, auf dessen Gehalt

in der Ackererde die Analytiker bis jetzt noch wenig Rücksicht genommen haben. So enthielten verschiedene Sorten von Kartoffeln 15—25 Theile Phosphorsäure in 100 Theilen Asche, im Roggenstroh fanden sich 6—7 und in den Körnern sogar 47½ Procent Phosphorsäure bei Nichtberechnung der Kohlensäure. Es ist merkwürdig, daß im umgekehrten Verhältniß der Gehalt der Asche an Kieselerde abzunehmen scheint, in welchem die Phosphorsäure zunimmt, denn in den Roggenkörnern wurden nur 2¾ Procent Kieselerde gefunden, während in den Halmen 50 Procent Kieselerde und nur 7¾ Procent Phosphorsäure enthalten waren.

Die Talkerde kommt in sehr wechselnden Verhältnissen, in der Regel an Phosphorsäure gebunden in der Asche der Pflanzen vor, namentlich findet sie sich in größter Menge in der Asche der Körner; so im Roggen über 11 Procent Talkerde; die phosphorsaure Kalkerde hingegen ist in größerer Menge in dem Stroh enthalten. In der Asche der Getreidearten finden sich übrigens noch in geringerer Menge Manganoxyd, Eisenoxyd, Kochsalz, Chlor an Kali gebunden und schwefelsaure Kalkerde. In wie ferne diese Bestandtheile als wesentliche Bestandtheile, und demnach auch als mineralische Nahrungsmittel der Pflanze betrachtet werden müssen, konnte noch nicht entschieden werden, ob es gleich nicht unwahrscheinlich ist, daß das Eisenoxyd für den pflanzlichen Organismus eben so unentbehrlich sei wie für den thierischen Organismus. Hinsichtlich des Schwefels muß angenommen werden, daß derselbe für viele Pflanzen, namentlich für die ganze Familie der kreuzblüthigen Gewächse (Meerrettig, Kresse, Rettig, Rübsen, Kohlarten, Senf rc.) unentbehrlich sei, da in allen diesen Pflanzen ein schwefelhaltiges, scharfes Oel enthalten ist. Alle genannten Stoffe können in dem Boden enthalten sein, den Schwefel möchten die Pflanzen jedoch zum Theil der Luft entnehmen, denn dieser Stoff muß in nicht geringer Menge in jener enthalten sein, da durch die verschiedenen Hüttenprocesse, die Verbrennung der Stein- und Braunkohlen und die Exhalationen

der Vulkane und schwefelhaltiger Quellen jährlich 100,000te von Centnern Schwefel in die Atmosphäre gesendet werden; wofür auch die Erfahrung spricht, daß Pflanzen, welche schwefelhaltige Oele enthalten z. B. Senf, Kresse rc., und welche in einem ganz schwefelfreien Boden aufgewachsen sind, mehr Schwefel enthielten, als in den Samen, aus welchen sie gezogen wurden, zuvor enthalten war; gegenwärtig hat man aber die Meinung, als ob chemische Grundstoffe wie Schwefel, Phosphor, Kohle rc. in dem pflanzlichen Organismus erzeugt werden können, ganz verworfen. Es versteht sich wohl von selbst, daß in der Ackererde alle chemischen Grundstoffe enthalten sein müssen, da man ja in neuerer Zeit auch den Arsenik als einen allgemein verbreiteten Gemengtheil in der Ackererde, wenn auch in unendlich geringer Menge gefunden hat, und daß somit in der Asche der Pflanzen bei sehr sorgfältig angestellten Analysen, und namentlich wenn diese Untersuchungen mit größeren Mengen, als bisher gebräuchlich war, unternommen würden, noch eine große Anzahl von den chemischen Grundstoffen aufgefunden werden wird, wie in neuester Zeit auch das Jod als ein so allgemein verbreiteter Stoff erkannt worden ist. Für die Landwirthschaft kann dieses Auffinden von solchen Stoffen von geringem Werthe sein, da sie in verschwindend kleinen Mengen auftreten; für die rationelle, auf die Lehren der Chemie und Physik gegründete Landwirthschaft muß vorzüglich jene Frage entschieden werden: welche mineralischen Bestandtheile sind es die als unentbehrlich nothwendig im Ackerboden vorhanden sein, und welche deßhalb demselben, wenn man alljährlich sichere und reichliche Erndten machen will, absichtlich wieder ersetzt werden müssen. Von der Kieselerde kann in dieser Beziehung fast nie die Rede sein, da sie ohnedies leider zu oft in zu großer Menge in dem Boden enthalten ist; ein Kieselerde-(Sand-)Zusatz möchte nur dann rathsam sein, wenn der Thongehalt der Ackererde zu groß ist; in diesem Falle würde aber auch, wenn die Herbeischaffung des Kieselsandes zu theuer kommen sollte, die zu große Bindigkeit des Bodens

durch leichtes Brennen desselben theilweise aufgehoben werden können. Von um so größerer Wichtigkeit möchte aber die Vermischung des mageren Sandbodens mit Lehm sein, um ihn nicht allein durch den Lehm bindiger, also wasserzurückhaltender und wasseranziehungsfähiger zu machen, ihm dadurch die Eigenschaft zu ertheilen, nicht so schnell auszutrocknen, ihm ferner eine nicht geringe Menge Kali zuzuführen, und ihm überhaupt jene obenerwähnten Eigenschaften des Thonbodens, auch das Ammoniak aus der Luft mit Begierde aufzunehmen, zu ertheilen.

Die Vermischung des Bodens mit Kalk (in Gegenden, wo die Straßen von Kalkstein gebaut werden, ist der Straßenabraum ein vortreffliches Material) kann im Allgemeinen und für alle Gegenden als höchst vortheilhaft angerühmt werden; nur jene Ländereien möchten davon eine Ausnahme machen, in welchen die Kalkerde den vorherrschenden Bestandtheil in der Ackerkrume bildet. Die übrigen oben genannten Bestandtheile der Pflanzenasche wie Kalisalze und phosphorsaure Salze sind, da sie als nothwendige und unentbehrliche mineralische Nahrungsmittel für die Pflanze anerkannt werden müssen, deßhalb auch als Düngungsmittel anzuwenden, nur muß man nicht von ihrer fruchtbarmachenden Wirkung des Bodens zu große Erwartungen hegen, da sie im ungedüngten Boden fast keinen Erfolg bezüglich einer düngenden Wirkung bemerken lassen; den wirklichen Erfolg einer Düngung hingegen wird man durch jene, in neuerer Zeit etwas in Mißkredit gekommene Substanz: den H u m u s erreichen können.

Dieser Stoff nun ist die Seele des Ackerbodens, somit auch die S e e l e d e r L a n d w i r t h s c h a f t; wenn seine Wirkung mißkannt worden ist, so ist dieses nur dadurch geschehen, daß man unter Humus die verschiedenartigsten Stoffe verstanden hat, namentlich alle jene Stoffe, die aus der theilweisen Verwesung von Pflanzenstoffen hervorgegangen sind. Da nun der Torf ein solches Verwesungsprodukt ist und Humussäure enthält (Humussäure nannten die Chemiker jene braune, in Kalilauge auflösliche Masse im Torf, in der Baumerde und in der

Ackererde), so folgerte man daraus, daß auch der Torf, respektive die Humussäure, insbesondere das humussaure Ammoniak eine außerordentliche Düngungskraft entwickeln müsse, eine Voraussetzung aber die sich keineswegs bewährt hat. Dieserhalb nun wurde auch der Humus als eine wirkungslose Substanz gebrannmarkt, und statt seiner den mineralischen Düngungsmitteln der Vorzug gegeben und diese als die wirklichen Düngungsmittel gepriesen, eine Meinung die nun durch viele Versuche vollständig widerlegt worden ist.

Die Mißkennung der ackerbefruchtenden Wirkungen des Humus ist nur durch jenes Mißverständniß hervorgerufen worden; die Landwirthe verstanden und verstehen heute noch die durch die Verwesung des Mistes und der Pflanzenwurzeln in der Ackererde enthaltene und sie dunkelfärbende Substanz, die Chemiker verstehen unter Humus und Humussäure verweste Pflanzenstoffe; jener Humus der Oekonomen ist ein Complex von allen Nahrungsmitteln der Pflanze, mineralischen wie organischen, er enthält die Reste der verwesenden pflanzlichen wie animalischen Stoffe und ist dadurch eine fortwährende Quelle von Kohlensäure und Ammoniak im Ackerboden; da er aber auch aus dem Harn der Thiere und den Exkrementen durch fortgehende Verwesung entstanden ist, so enthält er auch die unorganischen Nahrungsmittel der Pflanzen, Kali- und phosphorsaure Kalk- und Talkerdesalze. Denn die großen Mengen von Kali, welche das Rind, das Schaf und das Pferd in ihren Nahrungsmitteln genießen, gehen alle durch Harn und Mist wieder ab, weil der thierische Organismus zu seinem Bestehen nur sehr geringe Mengen von Kali nöthig hat; ebenso werden die Ueberschüsse von phosphorsauren Salzen in den Exkrementen wieder abgeschieden und bilden dann einen Bestandtheil des Humus der Landwirthe: durch den Dünger werden demnach alle diese Stoffe dem Boden zurückgegeben. Indem wir den Boden bedüngen, beabsichtigen wir nichts anderes als seinen Humusgehalt zu vermehren und dadurch die Fruchtbarkeit des Bodens hervorzurufen; indem wir Pflanzen auf dem

Acker bauen, entnehmen wir demselben wieder seinen Humusgehalt, der Humus ist also das eigentliche Nahrungsmittel der Pflanze; er ist ihr tägliches Brod. Wollen wir Thiere füttern und fett machen, so müssen wir ihnen reichliches Futter geben, wollen wir reiche Erndten haben, so müssen wir dem Acker ebenfalls Nahrung reichen, d. h. ihn gehörig bedüngen. Im Dünger aber sind alle jene Stoffe, welche Nahrungsmittel für die Pflanze sind, nicht allein in reichlichster Menge, sondern auch in einem Zustande enthalten, in welchem sie den Pflanzen am zugänglichsten sind. Aber der Humus, d. h. der verweste Dünger wirkt nicht nur als universales Nahrungsmittel für die Pflanze, ihm kommen, wie der Thonerde, mehrere das Wachsthum der Pflanzen unterhaltende Eigenschaften zu; er ist

1) eine specifisch leichtere Masse als die unorganischen Bestandtheile des Ackerbodens, lockert ihn dadurch und vermittelt zugleich am besten den Luftzutritt;

2) er saugt mit noch größerer Begierde als der Kalk Kohlensäure aus der Luft ein, zugleich aber auch Sauerstoff und unterhält dadurch im Boden eine Art Gährung und eine von der Einwirkung der Sonnenstrahlen unabhängige Bodenwärme. (Ich erinnere hier nur noch an die Wärmeentwickelung der Loh- und Mistbeete, welche Wärme nur durch eine langsame Verbrennung und Gährung jener Substanzen hervorgebracht wird.)

3) Er färbt die Erde dunkler, macht sie dadurch erwärmungsfähiger für die Sonnenstrahlen, und hält zugleich, weil er ein schlechter Wärmeleiter ist, die Wärme länger zurück;

4) endlich besitzt er auch die Eigenschaft, den Wasserdampf viel begieriger einzusaugen, als die humusfreien Erdarten.

Somit wird die Ackererde erst durch den Humusgehalt zur fruchtbaren Ackererde. Sie ist ohne ihn, und wenn sie sämmtliche unorganische Bestandtheile: Kiesel, Thon, Kalk, Alkalien und phosphorsaure Salze in der vollkommensten Mischung enthält, ja wenn diese Mischung selbst nach chemischen Aequivalenten berechnet und zusammengesetzt worden

wäre, unfruchtbar, somit ist auch der Humus der wesentlichste Bestandtheil der fruchtbaren Ackererde und demnach der wichtigste Stoff für die Landwirthschaft.

Da es für den Landwirth von nicht geringer Wichtigkeit ist, die Güte und die Bestandtheile seines Bodens kennen zu lernen, um darauf eine dauernde Bodenverbesserung zu begründen, so giebt es mehrere Arten, die Untersuchung des Ackerbodens auf seine Bestandtheile zu bewerkstelligen. Man unterscheidet die mechanische und chemische Untersuchung des Ackerbodens; erstere läßt sich sehr einfach und ohne chemische Vorkenntnisse ausführen, letztere verlangt die Vertrautheit wenigstens mit den Anfangsgründen der Chemie und den nöthigen chemischen Handfertigkeiten, ohne welche eine chemische Untersuchung unmöglich ist. Diese chemischen Handfertigkeiten lassen sich nicht durch Bücher erlernen, sie müssen praktisch im Laboratorium eines Lehrers der Chemie erlernt werden, wozu jetzt jedem, dem es darum zu thun ist, in den Laboratorien der technischen Schulen Gelegenheit geboten wird. Die mechanische Untersuchung kann eigentlich keinen Aufschluß über die chemischen Bestandtheile des Bodens geben, sondern nur über das Verhältniß von körnigem Sand und feineren thonigen Theilen. Um sie auszuführen, wird eine gewogene Menge trockener Ackererde in einem Glase mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührt und die Flüssigkeit in ein anderes Gefäß abgegossen. Dieses Aufrühren der Ackererde mit neu hinzugefügtem Wasser wird so oft wiederholt, bis das Wasser nur wenig mehr getrübt wird und der Sand fast rein zurückbleibt. Letzterer wird hierauf getrocknet und gewogen, durch Abzug seines Gewichtes von dem ganzen Gewichte der Probe erhält man die Menge des Thons. Um sich zu überzeugen, ob dieser Thonschlamm nur von Thonerde herrühre oder ob derselbe auch Kalk enthalte, übergießt man ihn mit etwas Salzsäure, die man in jeder Apotheke erhalten kann; tritt kein Aufschäumen ein, so enthält der Schlamm auch keinen kohlensauren

Kalk; schäumt die Masse aber stark, so ist kohlensaurer Kalk darin enthalten, in diesem Falle enthält der Ackerboden Mergel. Jedoch giebt es auch einige Mergelarten, welche beim Uebergießen mit Salzsäure wenig oder nicht aufbrausen; deren Bestandtheile können nur auf chemischem Wege genauer bestimmt werden. In den meisten Fällen wird es genügen, sich der mechanischen Untersuchung des Bodens zu bedienen, denn man erhält durch sie hinlänglichen Aufschluß über das annähernde Verhältniß zwischen Sand und Thon und über die Frage: ob Kalk in dem Boden enthalten sei, in so ferne man jene ebenangegebene Probe mit Salzsäure ausführt.

Die Untersuchung der Ackererden auf rein chemischem Wege und nach den Regeln dieser Wissenschaft ist keine leichte Aufgabe, denn die Ackererde ist, wie das aus dem früher Gesagten erhellt, eine sehr zusammengesetzte Masse und die Verhältnisse ihrer einzelnen Bestandtheile sind äußerst wechselnd, selbst auf einem und demselben Acker; deßhalb kann eine genaue Untersuchung des Bodens nur durch die Hand eines geübten Chemikers ausgeführt werden. Da es nun nicht Jedem möglich ist, sich neben seinem Lebensberuf auch zu einem geübten Chemiker auszubilden, es aber doch für den Landwirth von nicht geringem Interesse ist, eine wenigstens annähernd genaue Kenntniß der Bestandtheile seines Ackerbodens sich zu verschaffen, so habe ich mich bemüht, die Art der chemischen Untersuchung des Bodens sehr zu vereinfachen, damit sie von Jedem, dem auch nicht große chemische Vorkenntnisse zu Gebote stehen, leicht und ohne Aufwendung von großen Kosten und Apparaten, in möglichst kurzer Zeit ausgeführt werden könne; denn ob es gleich so viele und zum Theil für den Chemiker recht brauchbare Bücher über analytische Chemie giebt, so sind diese doch für den Landwirth großentheils unzweckmäßig. Meine einfache Untersuchungsart des Bodens ist schon im Jahre 1848 in mehreren Zeitschriften, namentlich im Jahrbuch für praktische Chemie und Pharmacie S. 152 mitgetheilt wor-

den; ich erlaube mir sie hier wiederholt anzuführen, und noch einige neuere Erfahrungen hinzuzufügen.

Eine besondere Berücksichtigung bei der Untersuchung des Bodens verdienen dessen Wassergehalt und seine flüchtigen (organischen) Pflanzennahrungsstoffe: Kohle und Stickstoff. Um sich über die Wasser bindende Kraft des Bodens zu vergewissern, darf man sich keiner zu kleinen Proben bedienen; man nimmt dazu Stücke von etwa 1—2 Pfund Schwere, diese Stücke bringt man, nachdem man sie vorher sorgfältig gewogen hat, in Papierkästchen und läßt sie 14 Tage lang in einem trocknen Zimmer liegen, hierauf wiegt man sie wieder und findet dadurch, wie viel jede Probe von ihrem Gewicht durch das langsame Austrocknen verloren hat. Es versteht sich wohl von selbst, daß, im Falle die verschiedenen Proben nicht von gleichem Gewichte waren, man den Wasserverlust der Proben auf gleiche Gewichte berechnen muß, man berechnet diesen am besten nach Procenten. Will man hierauf wissen, welche von den verschiedenen Erdarten wieder am begierigsten Wasser einsaugt, so muß man sämmtliche Proben auf Untertassen in einem feuchten Keller stellen und dort mehrere Tage lang stehen lassen und hierauf wieder wiegen und den durch das eingesogene Wasser entstandenen Mehrbetrag procentisch berechnen. Nachdem man sich über diese Verhältnisse des Bodens durch die Versuche Aufschluß verschafft hat, sucht man den Wassergehalt, welchen der Boden beim vollkommenen Austrocknen verliert. Man reibt ein größeres Stück der lufttrockenen Erde in einem Porzellanmörser zu einem gleichmäßigen Pulver, von diesem Pulver wiegt man etwa ½ Quentchen oder 2 Grammen (man muß sich dazu einer kleinen empfindlichen Analysenwage bedienen, überhaupt eignet sich zu chemischen Untersuchungen am besten das Grammengewicht, indem dadurch alle weitläufigen Rechnungen umgangen werden können) auf einem Uhrglas ab und bringt die Proben auf einen Blechdeckel, welcher sich auf einem Kessel mit kochendem Wasser befindet. Man läßt die Proben eine halbe Stunde

lang der Kochhitze ausgesetzt und wiegt sie hierauf wieder, der Verlust giebt ihren Wassergehalt an. Nachdem dieser gefunden worden, können dieselben Proben in kleine Porzellanschälchen gebracht und über einer Weingeistflamme zum Glühen erhitzt und wieder gewogen werden, dadurch verbrennen die flüchtigen Theile des Humus, der kohlenstickstoffhaltigen Substanzen, der Verlust beim Wiegen giebt die Menge dieser Substanzen an; jedoch ist diese Menge gewöhnlich etwas zu groß, da nicht alles Wasser bei Kochhitze aus der Ackererde ausgetrieben wird, die Anwendung einer etwas höheren und gleichmäßigen Temperatur für diese Versuche ist aber mit zu großen Umständen verknüpft. Die geglühte Probe wird nun in ein Kochgläschen mit dünnem Boden gebracht (es versteht sich von selbst, daß man bei allen diesen Proben den Verlust zu vermeiden suchen muß, daß nichts von der Probe verschüttet wird, oder in den Gefäßen hängen bleibt), und mit Salzsäure übergossen; entsteht dabei ein Aufbrausen, so enthielt die Probe kohlensauren Kalk, wo nicht, so fehlt derselbe. Die Säure wird nun zum Kochen erhitzt, dann läßt man die Flüssigkeit etwa 12 Stunden lang ruhig stehen, filtrirt die gewöhnlich von Eisenoxyd gelb gefärbte Lösung ab, und wäscht den ungelösten sandigen Rückstand so lange mit Regenwasser nach, als das abfließende Wasser noch einen Geschmack besitzt, diese Abwaschwasser werden zu der sauren Lösung gegossen. Der ungelöste Rückstand, welcher fast nur aus Kieselerde besteht, wird getrocknet, geglüht und gewogen, er giebt die Menge des Kieselerdegehaltes im Boden an. Hierauf wird die saure Lösung, in welcher die in Salzsäure löslichen Bestandtheile des Ackerbodens enthalten sind, in einer Porzellanschale so lange abgedampft, bis ein trockner Rückstand bleibt, man erhitzt diesen zum schwachen Glühen, läßt die Schale erkalten, befeuchtet den Rückstand mit Wasser und erhitzt ihn nochmals zum schwachen Glühen, dabei wird die Salzsäure verflüchtigt und es bleibt die Thonerde samt Eisenoxyd in unlöslichem Zustande zurück, während Kali, Natron, Kalk- und Bittererde, an Chlor gebunden, im Wasser

auflöslich sind. Der geglühte Rückstand wird nun gewogen, mit Wasser übergossen, und die wässerige Lösung von der ungelöst bleibenden Thonerde und Eisenoxyd abgegossen, der Rückstand wird mehrmals ausgewaschen, dann getrocknet und gewogen, er besteht aus Thonerde und Eisenoxyd. Der Gewichtsverlust, welchen der noch nicht mit Wasser ausgewaschene Rückstand durch das Auswaschen erlitten hat, zeigt die Menge der auflöslichen Bestandtheile an. Da es von besonderem Interesse ist, die Menge des in der Ackererde enthaltenen Kalis kennen zu lernen, so wird die zuletzt erhaltene wässerige Lösung, in welcher das Kali aufgelöst enthalten ist, bis zu einem kleinen Rückstand eingedampft und dieser wird mit einigen Tropfen einer concentrirten Lösung von Weinsteinsäure vermischt, wodurch das Kali als ein in Wasser sehr schwer löslicher Niederschlag, als Weinstein, gefällt wird; diesen bringt man auf ein Filter, läßt die Flüssigkeit abtropfen und wäscht den Weinstein mit Weingeist aus, trocknet und wiegt ihn; 188 Theile Weinstein entsprechen 47 reinem Kali oder 69 Theilen kohlensaurem Kali, aus der gefundenen Menge läßt sich demnach die in der Ackererde enthaltene Menge des Kalis nach obigen Verhältnissen leicht berechnen. Noch genauer kann das Kali durch Platinchloridlösung bestimmt werden, durch welche es als ein gelbliches, körniges Pulver (Kaliumplatinchlorid) gefällt wird. Will man den Gehalt der Ackererde an Thonerde und Eisenoxyd genauer erfahren, so behandelt man etwa 2 Grammen zum Glühen erhitzter Ackererde in einem Kochfläschchen mit Salzsäure zum Kochen, die filtrirte Lösung bringt man in ein Gläschen, verdünnt sie mit ihrer 10fachen Menge Wassers, erhitzt nochmals zum Kochen und füllt das Gläschen hierauf bis zum Halse mit Wasser an und bringt ein gewogenes Stückchen Kupferdraht hinein, und verschließt das Fläschchen mit einem gutschließenden Kork; nach Verfluß von 12 Stunden hat die gelb gefärbte Flüssigkeit ihre Farbe verloren in Folge der Reduktion des Eisenoxyds zu Eisenoxydul. Der Kupferdraht wird nun herausgenommen, abgewaschen, ge-

trocknet und gewogen, aus seinem Verluste an Gewicht läßt sich die Menge des Eisenoxyds berechnen. Wie sich nämlich das Mischungsgewicht des Kupfers zu dem des Eisenoxyds verhält, so verhält sich auch die aufgelöste Menge des Kupfers zu dem Gehalt des Eisenoxyds in der Probe, oder 31,7 : 40 = dem Verlust des Kupferdrahtes v zu der unbekannten Menge des Eisenoxyds x. Wenn man die auf diese Weise gefundene Menge des Eisenoxyds von der auf eben angegebene Weise gefundenen Summe der Thonerde und des Eisenoxyds der Ackererde abzieht, so erhält man die Thonerde für sich. Jedoch genügt es in den meisten Fällen, nur die Summe beider Substanzen zu berechnen, welche jedoch wegen eingemengter phosphorsaurer Kalkerde-Thonerde und -Eisenoxyds etwas zu hoch ausfällt. Von der Gegenwart der Phosphorsäure in der Ackererde überzeugt man sich am einfachsten dadurch, daß man die salzsaure Lösung der Ackererde mit einigen Körnchen molybdänsauren Ammoniaks vermengt und fast zum Kochen erhitzt, es entsteht, im Falle Phosphorsäure in der Ackererde vorhanden war, welche aber fast nie fehlt, sogleich eine gelbliche Trübung. Die Menge des Kalks läßt sich annähernd bestimmen, wenn man die beim Auslaugen des aus der salzsauren Lösung durch Eindampfen entstandenen Rückstandes erhaltene Flüssigkeit zur Trockne eindampft und glüht und als Chlorcalcium berechnet; 55 $1/2$ Theil dieses Rückstandes entsprechen 28 Theilen Kalkerde oder 50 Theilen kohlensauren Kalks, in diesem Falle sind jedoch Kali, Natron und Talkerde eingerechnet. Es liegt nicht im Zweck dieser Schrift, die genauen Verfahrungsarten anzugeben, nach welchen die einzelnen Stoffe der Ackererde sicher quantitativ bestimmt werden können; denn so interessant immerhin eine solche genaue Analyse des Bodens für den Chemiker ist, so wenig praktischen Nutzen bietet sie für den Landwirth dar; für Letzteren sind folgende Operationen vollkommen ausreichend:

1) Bestimmung des Wassergehaltes der Erde durch Erhitzen im Dampfbad.

2) Bestimmung der kohlenstickstoffhaltigen (verbrennbaren) Bestandtheile durch Glühen der getrockneten Erde.

3) Bestimmung der in Salzsäure unlöslichen Bestandtheile (Kieselerde) durch Behandlung der geglühten Erde mit Salzsäure (der Verlust der Erde am Gewicht giebt die Summe aller löslichen Theile: Kalkerde, Thonerde, Eisenoxyd, phosphorsaure und alkalische Salze an).

4) Bestimmung der Thonerde und des Eisenoxyds durch Auslaugen der eingedampften salzsauren Lösung der Erde und Glühen des dabei verbleibenden Rückstandes.

5) Findet man durch Abzug der ganzen Summe der in Salzsäure gelösten Theile von der Thonerde und dem Eisenoxyd die Summe der Alkalien: Kali, Natron, Kalk- und Talkerde, von welchen jedoch die Kalkerde den Hauptbestandtheil ausmacht, während die übrigen Alkalien nur in geringer Menge vorhanden sind.

Wenn man mehrere solcher Proben gemacht hat, so wird man sich die hinlängliche Fertigkeit erworben haben, um sie möglichst schnell und mit hinlänglicher Sicherheit ausführen zu können.

Wenn man sich von dem Ammoniakgehalt der Erde überzeugen will, so vermischt man sie mit einem Gemenge aus Aetzkali und gebranntem Kalk und hält einen Glasstab darüber, welchen man in Salzsäure getaucht hat; steigen an demselben weiße Nebel empor, so enthält die Probe Ammoniak, wo nicht, so enthält sie keines. Nicht selten finden sich in manchen Erdarten auch Spuren von Salpeter, diesen findet man, wenn man die Erde mit reinem Wasser auslaugt, diese Lauge bis zu einem geringen Rückstand eindampft, denselben in ein Bechergläschen gießt und vorsichtig mit seinem gleichen Maaße englischer Schwefelsäure vermischt, hierauf ein Stückchen blanken Eisendrahtes hineinlegt; ist Salpetersäure in der Erde vorhanden, so umkleidet sich der Eisendraht mit einer braunen Schichte, und nach und nach färbt sich die Flüssigkeit, je nach dem größeren oder geringeren Gehalt an Salpetersäure, mehr

oder weniger braun. Die Erde von Komposthaufen, zu welchen Kalkschutt genommen wurde, enthält fast immer Ammoniak- und salpetersaure Salze. Beide Stoffe, sowohl Ammoniak wie Salpetersäure gehören, da sie leicht zersetzliche Stickstoffverbindungen sind, mit zu den vorzüglichen Düngungsmitteln.

---

3. Versuche über die physikalischen Eigenschaften verschiedener Bodenarten.

Obgleich schon so viel über die Eigenschaften des Ackerbodens gesprochen, geschrieben und gestritten worden ist, so hat man doch meines Wissens noch wenig direkte Versuche angestellt, um die aufgestellten Behauptungen auch durch die Resultate von solchen Versuchen zu unterstützen und zu bestätigen; ich glaube deßhalb durch Ausführung folgender Versuche bezüglich jener wichtigen physikalischen Eigenschaften der verschiedenen Bodenarten, von welchen insbesondere ihre das Wachsthum der Pflanzen unterstützende Wirkung herrührt, keine überflüssige Arbeit unternommen zu haben; denn durch die Resultate derselben scheint mir der sicherste Beweis geliefert zu werden, daß die physikalischen Eigenschaften wenigstens von gleicher Bedeutung für die kräftige und frische Entwickelung der Pflanzen, also überhaupt die Fruchtbarkeit des Ackerbodens sind, wie dessen chemische Bestandtheile.

Zu den physikalischen Eigenschaften des Ackerbodens rechne ich folgende:

1) Sein Volumgewicht, d. h. das verschiedene Gewicht, welches gleiche Raumtheile verschiedener Bodenarten besitzen.
2) Den Zusammenhang oder die Bindigkeit des Bodens.

3) Seine Fähigkeit, Wasser aus der Atmosphäre anzuziehen.
4) Seine Fähigkeit, verschiedene Mengen von Wasser beim Regen aufzunehmen und dann längere oder kürzere Zeit zurückzuhalten.
5) Seine Einsaugungsfähigkeit der Kohlensäure aus der Luft.
6) Seine Einsaugungsfähigkeit von kohlensaurem Ammoniak aus der Luft, und
7) seine Fähigkeit, durch die Sonnenstrahlen mehr oder weniger erwärmt zu werden und die Wärme länger zurückzuhalten.

Als eine weitere physikalische Eigenschaft des Ackerbodens, worüber ich jedoch noch keine umfassenden Versuche anstellen konnte, wäre noch seine Wärmeentwickelung durch sich selbst, unabhängig von dem Einfluß der Sonnenstrahlen zu bemerken, worüber man im Allgemeinen annehmen kann, daß der Boden um so mehr eigene Wärme entwickelt, je stärker er gedüngt worden ist; doch richtet sich dieses auch nach der Art des Düngers, da man gewöhnlich annimmt, daß Pferdemist die größte Bodenerwärmungsfähigkeit besitzt, ihm folgt der Schafmist, dann der Rindviehmist, und die geringste Wärmeentwickelungsfähigkeit besitzen die Exkremente. Diese Eigenschaft der verschiedenen Düngerarten scheint nach dieser allgemeinen Annahme nicht mit ihrer Düngungskraft im Verhältniß zu stehen, doch können auch darüber nur sorgfältig ausgeführte Versuche entscheiden.

Das Volumgewicht des Bodens ist außerordentlich verschieden, und ist um so geringer, je reicher der Boden an Humus ist, und um so größer, je mehr er Kieselsand enthält; der Sandboden sollte deßhalb in dieser Beziehung schwerer Boden genannt werden, ob ihn gleich die Oekonomen leichten Boden nennen, jedoch bezieht sich dieser Ausdruck bekanntlich auf seinen geringen Ertrag. Die Versuche über das Volumgewicht der verschiedenen Bodenarten wurden auf diese Weise angestellt, daß die Proben der Bodenarten nach 3 Wochen langem Liegen an der Luft in einem trockenen Zimmer durch

ein Mehlsieb gerieben und in einer genauen Meßröhre abgewogen wurden; das Hineinschütten in die Meßröhre geschah durch einen Trichter, ohne daß die Röhre dabei bewegt wurde, denn durch das Schütteln der Röhre werden die Gewichte von ein und derselben Bodenart sehr verschieden erhalten; es wurden immer 3 Wägungen vorgenommen, und aus diesen, wenn die Gewichte nicht zu sehr differirten, das Mittel gezogen. Das Volumgewicht des Sandbodens, welcher gegen 93 Procent Kieselsand enthielt, betrug 1430, das Volumgewicht des Wassers zu 1000 angenommen. Für Kalkboden wurde gestoßener Jurakalk angewendet, sein Gewicht betrug 1230. Als Thonboden wurde getrockneter und fein geriebener Lehm gebraucht, sein Gewicht war gleich 1000; endlich betrug das Volumgewicht von Humusboden, für welchen Erde aus einer hohlen Weide angewendet wurde, 0,245. Bringt man diese Zahlen auf die kleinsten Ausdrücke und bezeichnet die Holzerde mit 1, so ist der Lehmboden 4¼, der Kalkboden 5⅛ und der Sandboden fast sechsmal so schwer als der Humusboden. Je leichter der Boden übereinander liegt, um so poröser ist er auch, um so mehr gestattet er der Luft den Zutritt, um so begieriger wird er auch die Gasarten sowohl wie die Wasserdämpfe verschlucken, wie dieses auch aus den folgenden Versuchen sich ergeben wird; zugleich ersieht man aber daraus, daß der Humus ebenso sehr durch seine Bodenlockerungsfähigkeit und seine Anziehungsfähigkeit der Gase und der Feuchtigkeit wirkt wie durch seine Bestandtheile. Jene Weidenerde, welche zu obigem Versuche gedient hat, enthielt 42½ Procent Asche, welche der Hauptsache nach aus Quarzkörnchen, kohlensaurem Kalk, Spuren von phosphorsaurem Kalk und kohlensaurem Kali bestand. Es versteht sich wohl von selbst, daß aus dem Volumgewicht des Ackerbodens auch auf seine Bestandtheile ein Schluß gemacht werden kann; wenn sein Volumgewicht geringer ist, als das des Wassers, so enthält er jedenfalls viel Humus, denn das Volumgewicht der Holzerde selbst beträgt ziemlich genau nur den vierten Theil von dem

des Wassers. Nähert sich hingegen das Volumgewicht des Bodens der Zahl 1430, so enthält er viel Kieselsand, weil der Thonboden das Volumgewicht des Wassers nicht überschreitet.

Wie das Volumgewicht des Bodens wechselt nach der verschiedenen Menge der die Ackererde constituirenden einzelnen Bestandtheile, so richtet sich die zweite Haupteigenschaft des Bodens, seine Bindigkeit, lediglich nach der Menge der Thonerde, welche er enthält, da weder Kiesel-, noch Kalk-, noch Humuserde an und für sich Bindigkeit, d. h. bei der Befeuchtung mit Wasser einen bildsamen Teig zu bilden, besitzen. Die Versuche wurden auf die Weise angestellt, daß die lufttrockenen Proben, welche alle gleiche Zeit lang getrocknet worden waren, zu einem feinen Pulver gerieben und gleiche Mengen von ihnen mit gleichen Mengen Wassers eingefeuchtet wurden. 20 Theile trockener Sandboden geben mit 4 Theilen Wasser befeuchtet eine krümliche Masse ohne Zusammenhang, bei Zusatz von weiteren 2 Theilen Wassers einen flüssigen Brei, auf welchem eine Schichte Wasser stand. Der Sandboden kann demnach höchstens den 5ten Theil seines Gewichtes Wasser beim Regen einsaugen, das übrige läuft von ihm ab. Der Thonboden (zum Versuche wurde getrockneter Lehm angewendet) gab mit 4 Theilen Wasser auf 20 Theilen Lehm eine ziemlich trockene zusammenballende Masse, mit 5 Theilen einen zähen Teig und selbst bei 10 Theilen noch eine schmierige Masse, von welcher kein Wasser ablief; der Lehmboden kann demnach beim Regen 10 Theile Wasser aufnehmen, also die volle Hälfte von seinem Gewichte, bevor er das Wasser ablaufen läßt; d. h. seine Wasser auffsaugende Kraft verhält sich zu der des Sandbodens, wie 10 : 4, ist also $2\frac{1}{2}$ größer als die des Sandbodens. Aus diesem Versuche ergiebt sich wohl am einfachsten, welche außerordentliche Bedeutung der Thon für den Ackerboden hat, denn er nimmt beim Regen wenigstens zweimal so viel Wasser als der Sandboden auf, welcher Ueberschuß von Letzterem abläuft und den Bächen zufließt. Die Bindigkeit

des Bodens steht nun im genauen Verhältnisse mit der Menge des in ihm enthaltenen Thons, d. h. ein Boden, der 3, 4, 5mal mehr Thon enthält als ein anderer, nimmt in demselben Verhältniß Wasser auf, um damit einen bildsamen Teig zu bilden. Dem Kalk (als kohlensaurem Kalk, wie er in der Ackererde enthalten ist) kommt diese Eigenschaft durchaus nicht zu, er verhält sich fast genau so wie der Sandboden, was sich aus folgendem Versuch ergab; 20 Theile Kalksteinpulver bildeten mit 4 Theilen Wassers einen feuchten Teig, mit 6 Theilen Wassers einen flüssigen Teig, auf welchem sich nach einiger Zeit eine Schichte Wasser absetzte. Der 4te Theil Lehm, auf Sand oder Kalk genommen, ist schon hinreichend, um dem Sand Bindigkeit mitzutheilen, denn 20 Theile dieses Gemisches, mit 4 Theilen Wasser befeuchtet, geben einen weichen Teig, welcher noch 2 Theile Wasser aufnehmen kann, ohne daß es von ihm abtropft. Mischt man hingegen 3 Theile Sandboden mit 1 Theil gepulverten Kalkstein, so erhält man bei der Vermischung mit 6 Theilen Wasser einen dünnflüssigen Brei, auf welchem sich nach einiger Zeit eine Schichte Wassers bildet; aus dieser Masse steigen fortwährend kleine Bläschen auf und es ist kaum daran zu zweifeln, daß dieses von einer schwachen Kohlensäure-Entwicklung herrühre, so daß also der kohlensaure Kalk schon bei gewöhnlicher Temperatur durch Sandboden eine schwache Zersetzung zu erleiden scheint, was durch unten anzuführende Versuche noch eine weitere Bestätigung erhält. Wenn in der Mischung der Lehm vorherrscht und man auf 1 Theil Kalk oder Sandboden 3 Theile Lehm nimmt, so findet nur ein geringer Unterschied zwischen dem Verhalten des Lehms an und für sich zum Wasser statt. Wenn man demnach dem Sandboden eine größere Bindigkeit ertheilen will, so wird es hinreichen, denselben mit $1/_8$—$1/_4$ Lehm zu vermischen. Ich habe in dieser Beziehung in unserem Versuchsgarten vorläufige Versuche angestellt, welche ich im nächsten Jahre in größerem Maßstabe auszuführen gedenke, die mich zu dem Schlusse berechtigen, daß der Zusatz von Lehm zu der

sandreichen Ackererde, sehr wirksam ist, und geeignet erscheint, die Fruchtbarkeit der Ackererde, nämlich des Sandbodens, in weit höherem Grade zu vermehren, als dieses von dem sogenannten chemischen oder mineralischen Dünger der Fall ist, und diese Versuche möchten wohl den schlagendsten Beweis liefern, daß vielmehr die physikalischen Eigenschaften des Ackerbodens seine Fruchtbarkeit bedingen als seine chemischen Bestandtheile, d. h. jene Bestandtheile, welche gewöhnlich als mineralische Nahrungsmittel der Pflanze betrachtet werden. Denn man wird unter allen chemischen Düngerrecepten gewiß die Thonerde vermissen, weil diese ja gar kein mineralisches Nahrungsmittel für die Culturpflanzen ist und in ihrer Asche, wenigstens nach unsern bisherigen Analysen, noch nicht aufgefunden worden ist, was soll also die Thonerde in der Ackererde wirken. Gleichwohl beweist der Erfolg ihre Wirksamkeit, und diese kann demnach nur auf ihren physikalischen Eigenschaften der Wasseraufsaugungs- und Zurückhaltungsfähigkeit, dann ihrer Eigenschaft, Wasserdampf, Kohlensäure und kohlensaures Ammoniak aus der Luft mit Begierde aufzusaugen, beruhen. Einige Beete eines seit mehreren Jahren öde gelegenen, sandigen Ackers, dessen Boden gegen 94 Procent Kieselerde enthielt, wurden zur Hälfte mit Lehm überstreut, die andere Hälfte blieb unbedüngt, es wurde auf jede Abtheilung dieselbe Menge Waizen ausgesäet, der Samen ging, da es feuchte Witterung war, in den mit Lehm gedüngten und nicht gedüngten Beeten gleich gut auf, merkwürdiger Weise erschien aber nach Entwicklung des jungen Waizens der in dem mit Lehm bedüngten Versuchsbeet dunkelgrün und mastig, der in den unbedüngten Beeten hellgrün und schmächtig; in ähnlicher Weise schritt die Entwickelung des Waizens voran, der in den mit Lehm gedüngten Beeten stehende Waizen entwickelte wenigstens um 8 Tage früher die Aehren und zwar weit kräftiger als der in den nicht gedüngten Beeten und während der kühlen Tage im Anfange Julis und der andauernden Trockenheit im Anfang des genannten Monats vergelbte der Waizen

in dem bloßen Sandboden, während jener im mit Lehm gemischten Boden sein frisches Ansehen behielt; es ist mit Gewißheit vorauszusehen, daß auch der Ertrag der Ernte ein weit größerer in dem letzteren Boden als in dem ersteren sein wird. Die Bedüngung oder vielmehr die Bodenverbesserung der Sandfelder durch Lehm wäre dadurch constatirt, und da sich fast in allen Gegenden Lehmlager finden, so wird es möglich sein, auf diese Weise die sandigen Felder auch ohne große Unkosten zu verbessern. — Jedoch muß ich hier noch etwas über die vortheilhafte Vermischung des Sandbodens mit dem Lehm hinzufügen, denn es geht nicht gut an, daß man den Lehm nur in Stücken auf dem Acker zerstreut, weil diese immer Zusammenhang behalten und sich nicht leicht mit der Ackererde vermischen. Ich glaube deßhalb den Vorschlag machen zu müssen, den Lehm in Haufen aufzuschichten und Sand zwischen die Stücke zu streuen; nachdem er lufttrocken geworden ist, läßt er sich leicht mit hölzernen Stämpfeln zu einem gröblichen Pulver zermalmen, welches nun auf den Acker ausgestreut, dann mit dem Pfluge mit der Ackererde vermengt und durch wiederholtes Eggen noch besser mit ihr vermischt wird. Es versteht sich wohl von selbst, daß die Quantität des Lehms auf einen Acker nicht zu gering sein darf, wenn man Erfolge von der Lehmdüngung haben will; da er aber von den Pflanzen nicht aufgesogen wird, so bildet er unstreitig dasjenige Mittel, durch welches die sandigen Aecker am zweckmäßigsten dauernd verbessert werden können, weil er seine oben angeführten physikalischen Eigenschaften nie verliert.

Eine andere Versuchsreihe, um die Ursachen der Bindigkeit des Bodens zu constatiren, bestand darin, daß ein Gemenge von 15 Grammen Sand und 5 Grammen Lehm mit 4 Grammen Wasser zu einem Teig angeknetet und daraus ein anderthalb Zoll langes und 1/3 Zoll dickes prismatisches Stückchen, ähnlich einem Backstein, geformt wurde. Unter diesem Verhältnisse wurde eine weiche feuchte Masse erhalten, welche keine große Bildsamkeit besaß. Die zweite Probe bestand aus

10 Theilen Sand und 10 Theilen Lehm ebenfalls mit 4 Theilen Wasser, diese Masse war sehr bildsam und ließ sich, ohne an die Finger zu kleben, formen. Die dritte Probe bestand aus 5 Theilen Sand und 15 Theilen Lehm mit 4 Theilen Wasser, letztere Menge war kaum hinreichend, um die Probe gehörig weich zum Formen zu machen; endlich wurde eine vierte aus 10 Theilen Sand und 10 Theilen Kalk bestehende Probe mit 4 Theilen Wasser vermengt, wodurch eine wässerige nicht eigentliche bildsame Masse erhalten wurde. Diese 4 Stückchen wurden der freiwilligen Austrocknung in demselben Zimmer, wo auch obige Versuche ausgeführt worden waren, bei einer Temperatur von 48° Reaumür überlassen. Hinsichtlich der Bildsamkeit hatte sich also hier dasselbe Verhältniß herausgestellt, wie dieses bei den früheren obenangeführten Versuchen gefunden worden war. Beide Versuchsreihen dienten zu gleicher Zeit dazu, um die Wasserzurückhaltungsfähigkeit der verschiedenen Bodenarten zu bestimmen, deren Resultate aus folgender Tabelle ersehen werden können. Dabei wurde nur die auf den ersten Blick sich wiedersprechende Beobachtung gemacht, daß die Proben von Kalk und Sand mehr von ihrem Gewichte verloren, als sie im trockenen Zustande an und für sich besaßen, was wohl nur auf einen Verlust an Kohlensäure geschoben werden kann.

Nr.	Mischung mit Wasserzusatz	Sand	Thon	Kalk	enthält noch Wasser nach 1 Tg.	nach 2 Tg.	nach 8 Tg.
1	mit 6 Theilen	20	—	—	2,320	0,470	0,050
2	"	—	20	—	3,450	1,290	0,380
3	"	—	—	20	2,240	0,130	0,002
4	"	15	5	—	2,560	0,260	0,090
5	"	15	—	5	2,190	0,100	—0,026
6	"	—	15	5	3,340	1,313	0,323
7	Stückchen mit 4 Theilen	15	5	—	1,020	0,140	0,095
8	"	10	10	—	1,420	0,280	0,205
9	"	5	15	—	1,690	0,440	0,360
10	"	10	—	10	0,920	0,097	—0,042
11	"	—	10	10	1,220	0,170	0,105

Wenn man diese Zahlen vergleicht, so bemerkt man, daß die verschiedenen Erdmischungen das Wasser um so langsamer verlieren, je mehr Lehm sie enthalten, der Kalk trocknete noch schneller aus, als der Sand und die Vermengungen von Sand und Kalk verlieren mehr an ihrem Gewichte, als sie ursprünglich vor der Befeuchtung mit Wasser besaßen; ob dieses wirklich in Folge von Kohlensäure-Verlust herrühre, muß erst durch spätere Versuche ermittelt werden, obgleich jene oben erwähnte Bildung von Bläschen, sowie die Beobachtung, daß jenes aus gleichen Theilen Kalk und Sand bestehende Stückchen Versuchs Nr. 10 beim Auseinanderbrechen porös erschien, was bei den anderen Probestückchen nicht der Fall war, für diese Annahme sprechen. Während ferner der reine Sand nur noch 0,050 Theile von den 6 Theilen Befeuchtungswasser zurückhielt, waren im Lehm noch 0,380 Theile zurückgeblieben, und die Mischungen aus 15 Lehm mit je 5 Kalk oder Sand hatte nicht viel weniger verloren als der Lehm selbst; jedoch scheint der Sand immer noch mehr das Wasser zurückzuhalten als der Kalk, wie dieses auch aus den erhaltenen Zahlen von beiden hervorgeht, welche sich zu einander verhalten wie 0,323:

0,360. Die Hauptwirkung des Thonerdegehaltes in dem Ackerboden scheint demnach vorzüglich auf ihrer Eigenschaft zu beruhen, viel Wasser binden zu können und dieses nur sehr langsam wieder fahren zu lassen.

Um die Wasseranziehungsfähigkeit der verschiedenen Bodenarten aus der Luft kennen zu lernen, wurden folgende 4 Proben von reinem Sandboden, gestoßenem Jurakalkstein, zerriebenen lufttrockenen Lehm und der zu obigen Versuchen angewendet gewordenen Thonerde bei einer Temperatur von 110° sechs Stunden lang getrocknet. Diese 4 Proben wurden in gleich großen Papierkästchen ausgebreitet, so daß sämmtliche Proben der Luft gleiche Oberflächen darboten; sie blieben einen Tag in einem trockenen Zimmer stehen bei einer Lufttemperatur von 18° R.

20 Grammen	Sandboden	hatten zugenommen	um	0,060
„	Kalksteinpulver	„	„	0,055
„	Thon	„	„	0,775
„	Holzerde	„	„	1,475.

Diese 4 Proben wurden in einem kühlen, aber nicht feuchten Keller einen Tag lang stehen gelassen,

dabei hatte	der Sandboden	an Gewicht	zugenommen	um	0,110
„ „	der Kalkboden	„	„	„	0,120
„ „	der Thonboden	„	„	„	1,070
„ „	die Holzerde	„	„	„	2,230.

Diese Zahlen führen zu dem wichtigen Resultat, daß die Wasser anziehende Kraft des Sandbodens und Kalksteinpulvers aus der Atmosphäre einander fast gleich kommen, daß aber der Lehm bei gewöhnlicher Lufttemperatur und Trockenheit 12mal und die Holzerde sogar 24mal mehr Feuchtigkeit aus der Luft anziehen als der Sand- und Kalkboden; die bereits an der trocknen Luft sich mit Feuchtigkeit gesättigt habenden Erden nehmen aber bei niedrigerer Temperatur als 12° R. nochmals Feuchtigkeit auf, und auch hier verhält sich die Wasseranziehungsfähigkeit des Lehms zu der der Holzerde wie 9,8 : 20,2 oder in runder Zahl wie 1 : 2, sie ist demnach 10mal größer vom

Lehm und 20mal größer von der Holzerde als die des Sands und Kalks. Durchschnittlich kann deßhalb angenommen werden, daß Sand- und Kalkfelder nur den zehnten Theil von Feuchtigkeit aus der Luft absorbiren als der thonreiche Boden, und diese Feuchtigkeitsanziehung um so mehr zunimmt je mehr Humus im Boden enthalten ist; dieses Verhältniß gibt uns wohl den Schlüssel an die Hand durch welchen es uns möglich wird, die verschiedene Wirkung des Ackerbodens je nach seinen Hauptbestandtheilen: Sand, Kalk, Thon und Humus zu erklären. Denn während Sand- und Kalkbodenfelder bei der Sonnenhitze des Tages austrocknen, suchen sie sich nicht im gleichen Maaße bei der Kühle der Nacht mit Feuchtigkeit aus der Luft zu sättigen, während dieses geschieht von jenen Bodenarten, welche viel Thon und Humus enthalten, daß der Luftwechsel im gleichen Verhältnisse steht mit jener Feuchtigkeit anziehenden Kraft wird Niemand leugnen, je größer aber dieser Luftwechsel ist, um so mehr werden der Pflanze auch nährende und belebende Stoffe aus jener selbst zugeführt.

Um die verschiedene Einsaugungsfähigkeit der Erden gegenüber der Kohlensäure und dem kohlensauren Ammoniak kennen zu lernen, wurden fußlange Glasröhrchen von 3 Linien innerer Weite mit den in ein gröbliches Pulver verwandelten und bei gleicher Temperatur getrockneten Erden angefüllt und durch jede Röhre ein gleiches Maaß gewaschenen kohlensauren Gases mittelst eines Aspirators geleitet; die Durchleitung dauerte immer 1 Stunde lang. Die Auffaugung des kohlensauren Ammoniaks geschah auf die Weise, daß eine 2 fußlange, ½ Zoll innerer Weite haltende Glasröhre mit erbsengroßen Stückchen von kohlensaurem Ammoniak angefüllt wurde, und durch den Aspirator 2 Stunden lang gleiche Mengen von Luft durch die mit der Erdprobe angefüllte Röhre streichen mußten. Mit jeder Probe wurden drei Versuche gemacht und diese stimmten fast genau mit einander überein.

Es wurden dabei folgende auf gleiche Quantitäten der verschiedenen Erdarten berechnete Resultate erhalten:

28 Grammen Sandboden vermehrten sich beim Durchstreichen der Kohlensäure um		0,045.
„ des kohlensauren Ammoniaks		0,048.
28 Grmm. Kalk verm. sich durch Kohlensäure um		0,010.
„ „ „ „ „ „ kohlensaures Ammoniak		0,120.
28 Grmm. Thon verm. sich durch Kohlensäure um		0,065.
„ „ „ „ „ „ kohlensaures Ammoniak		0,210.
28 Grmm. Weidenerde verm. sich durch Kohlensäure um		0,130.
„ „ „ „ „ „ kohlens. Ammoniak		0,910.

Aus dieser Uebersicht ergibt sich, daß der Kalkboden die geringste Einsaugungskraft für Kohlensäure besitze, größer ist die des Sandbodens, noch größer die des Thonbodens und am größten die der Holzerde, nämlich etwa 3mal größer als die des Sandbodens. Da ich vermuthet hatte, daß die Kalkerde die größte Einsaugungsfähigkeit auf Kohlensäure äußern werde, so wiederholte ich diese Versuche öfters, aber immer mit gleichem Erfolg; ich glaubte nun, daß mit Wasser angefeuchtetes Kalksteinpulver vielleicht eine größere Einsaugungsfähigkeit zeigen würde, aber dieses war nicht der Fall; es läßt sich nicht wohl erklären, warum der Sand mehr Kohlensäure verschluckt als der Kalk, und ich würde selbst an diesen Resultaten zweifeln, wenn ich nicht aus wiederholten Versuchen obige Zahlen erhalten hätte. Das kohlensaure Ammoniak wurde von dem Sand fast in gleicher Menge wie die Kohlensäure aufgesogen, hingegen nahm der Kalkboden bedeutend mehr davon auf; noch mehr aber der Thonboden und am meisten die Holzerde und zwar etwa die 19fache Menge, welche der Sandboden aufnimmt. Hieraus ergibt sich also unbezweifelt, daß auch in dieser Beziehung Thonerde und Humus von besonderer Wichtigkeit für die Ackererde sind, da sie aus der Atmosphäre mit großer Begierde jene für die Pflanze wichtigsten Nahrungsmittel, nämlich kohlensaures Ammoniak und Kohlensäure einsaugen; diese Einsaugungsfähigkeit ist aber keineswegs eine chemische Eigenschaft dieser Substanzen, sondern eine rein physikalische Wirkung. Würde sie hingegen bei

dem kohlensauren Kalk ein besonderes Einsaugungs-Vermögen für die Kohlensäure herausgestellt haben, so würde dieses allerdings als eine chemische Wirkung betrachtet werden können, da bekanntlich der in Wasser gerührte kohlensaure Kalk Kohlensäure aufnimmt und dadurch in ein in Wasser lösliches zweifach kohlensaures Salz verwandelt wird. Diese Voraussetzung konnte jedoch durch die Versuche keineswegs bestätigt werden.

Die Versuche über die Erwärmungsfähigkeit und die Wärmezurückhaltung der verschiedenen Bodenarten konnten noch nicht in der Weise beendigt werden, daß bestimmte in Zahlen auszudrückende Resultate daraus zu folgern wären; nur hat sich so viel herausgestellt, daß der Humusboden die Wärme am längsten zurückhält.

Als Ergebniß obiger Versuche läßt sich nun wohl die Behauptung aufstellen, daß die physikalischen Eigenschaften des Ackerbodens einen weit größeren Einfluß auf das Leben, das Wachsthum und das Gedeihen der Pflanzen ausüben, als man bisher geglaubt hat, und daß dieser Einfluß wenigstens in gleiche Linie mit den chemischen Bestandtheilen des Ackerbodens gestellt werden müsse, da die Aufsaugung der Luftarten und des Wasserdampfes durch die Wurzelfasern lediglich durch die physikalischen Eigenschaften des Bodens ermöglicht werde. Diese physikalischen Eigenschaften aber kommen im hohen Grade der Thonerde und im höchsten Grade der Holzerde zu; hinsichtlich der Wasserzurückhaltungsfähigkeit und Bindbarkeit des Wassers spielt die Thonerde die Hauptrolle, hinsichtlich der Einsaugungsfähigkeit des Wasserdampfes, der Kohlensäure, des kohlensauren Ammoniaks, überhaupt der dampfförmigen Stoffe, die Holzerde oder der aus der Verwesung der Pflanzen- und Thierstoffe hervorgegangene Humus. Möchten diese Versuche dazu beitragen, daß der Bodenverbesserung, namentlich des Sandbodens durch Vermischung mit Lehm eine allgemeine Berücksichtigung von Seiten der Landwirthe geschenkt werde, wie ich mir auch schmeichle, daß durch sie einiges Licht über die specifische Wirkung der einzelnen Bestandtheile des Ackerbodens verbreitet worden sei.

---

4. Ueber die Wirkungen des Düngers und Vorschläge zu einer vortheilhafteren Zubereitung desselben.

Die Wirkungen des Düngers fallen im wesentlichen zusammen mit denen des Humus, denn letzterer besteht, wie bereits oben auseinandergesetzt worden ist, aus verwesten thierischen und pflanzlichen Substanzen. Der Dünger wirkt um so kräftiger, je mehr er thierische Abfälle enthält und je reicher diese Abfälle an stickstoffhaltigen Körpern sind; im Gegentheil wird er auch um so wirkungsloser sein, je weniger er thierische Stoffe enthält und diese stickstoffärmer sind. Die Abgänge von Thieren, welche sich nur von Pflanzen nähren (also der Mist unserer landwirthschaftlichen Hausthiere: Pferde, Rinder, Schafe und Ziegen) enthalten wenig Stickstoff, da die in den Pflanzen enthaltenen stickstoffhaltigen Substanzen von ihnen assimilirt werden und zur Vergrößerung ihres Körpers dienen; um so reicher ist der Mist von fleischfressenden Thieren und von Vögeln an Stickstoff, worauf sich auch die große Düngungskraft des Taubenkothes und des Guanos gründet. Außer den kohlen- und stickstoffhaltigen Substanzen finden sich im Mist der Thiere noch Salze, namentlich phosphorsaurer Kalk und Bittererde und alkalische Salze. Diese Salze sind ebenfalls Nahrungsmittel für die Pflanze und befinden sich im Mist in einem Zustande, in welchem sie von den Pflanzenwurzeln am besten aufgesogen werden können. Bei der Verwesung des Mistes in den Düngerstätten tritt eine theilweise Umsetzung seiner chemischen Bestandtheile ein, der Stickstoffgehalt des Düngers verwandelt sich bei der Fäulniß zuerst in kohlensaures Ammoniak; da dieses Salz sehr flüchtig ist, so ist es die Ursache des stechenden Geruchs in den Ställen und den Düngerhaufen; es geht, wenn auf den Düngerhaufen Kalk gestreut wird, in Salpetersäure über, weßhalb in älterem verwesten Dünger auch zuweilen salpetersaure Salze enthalten sein können. Der Kuhmist enthält nur eine sehr geringe Menge Stickstoff, etwa ½ Procent, 85—90 Proc. Wasser, 1½ höchstens 2 Procent Asche und 8—12 Proc. Pflanzenfaser. Aehnlich ist der Pferde-

mist zusammengesetzt, doch ist er trockner und enthält höchstens 75 Proc. Wasser und etwas mehr an Salzen und Pflanzenfaser als der Kuhmist. Der Schaf- und Ziegenmist sind noch nicht genauer untersucht woroen, doch mögen beide mit dem Kuhmist übereinstimmen, nur sind sie trockener. Die Excremente der Menschen sind am reichsten an Stickstoff und an Salzen, von ersterem enthalten sie 1½ bis 5 Proc. und 5—6 Proc. Asche, welche letztere aus phosphorsaurem Kalk und Bittererde besteht, ihr Wassergehalt beträgt durchschnittlich 75 Proc. Nehmen wir den Stickstoffgehalt des Düngers als maaßgebend für seine das Wachsthum der Pflanzen befördernde Wirkung an, so ergiebt sich daraus, das die Excremente wenigstens eine 3—5 mal stärkere Wirkung als der Pferdemist haben, und daß ihre Wirkung noch ungleich größer als die des Kuhmistes ist, weil letzterer viel mehr Wasser enthält. Die Wirkung der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Düngers beruht aber nicht allein darauf, daß sie den für die Pflanzenwurzeln nöthigen Stickstoff enthalten, sondern insbesondere in ihrer Eigenschaft schnell in Fäulniß überzugehen, dadurch auch die Fäulniß der Pflanzenfaser des Düngers zu beschleunigen, welche ohne diese Mitwirkung der stickstoffhaltigen Substanzen weit langsamer in Verwesung übergehend und dadurch von den Pflanzenwurzeln auffaugungsfähig gemacht werden würde. Die stickstoffhaltige Substanz im Dünger ist gleichsam die Hefe in demselben, welche dessen Verwesung unterhält, dadurch den Luftwechsel im Ackerboden befördert, eine von dem Einfluß der Sonnenstrahlen unabhängige Bodenwärme erzeugt und den Ackerboden gleichsam belebt. Deßhalb ist sie auch unstreitig der wichtigste Stoff im Dünger, und man kann sie ohne Bedenken als den Maaßstab für die Wirksamkeit eines Düngers annehmen; jedoch ist dabei besonders zu berücksichtigen, daß sie sich noch in nicht ganz zersetztem Zustand im Dünger befinden dürfe; denn man hat die Erfahrung gemacht, daß salpetersaures Kali bei weitem nicht jene düngenden Eigenschaften besitze, welche mit Berücksichtigung seines Stickstoffgehaltes von ihm zu erwarten sind. Je älter der Dünger wird, desto mehr verändert sich

sein Stickstoffgehalt in Salze, vorzüglich in kohlensaures Ammoniak; da dieses Salz nun so flüchtig ist, daß es schon bei gewöhnlicher Temperatur in die Luft übergeht, also aus dem Dünger entweicht, so verliert der Dünger auch bei seinem längeren Gähren in der Düngergrube gerade seine wirksamsten Bestandtheile, und im gleichen Maaße, in welchem die Umwandlung der stickstoffhaltigen Substanzen des Mistes in kohlensaures Ammoniak fortschreitet, wird dem Dünger auch der andere obwohl im geringeren Grade wirkungsfähige Stoff, der Kohlenstoff, entzogen, denn dieser verwandelt sich bei der Fäulniß in Kohlensäure, welche zum Theil mit dem Ammoniak in Verbindung tritt und sich mit diesem verflüchtigt, zum Theil aber als freies kohlensaures Gas entweicht; ja bei der Verwesung des Düngers bildet sich, wie ich mich erst seit Kurzem durch angestellte Versuche überzeugt habe, eine außerordentlich große Menge Kohlenwasserstoffgas, welches ebenfalls in die Luft übergeht und dadurch zur Entkohlenstoffung des Düngers mit beiträgt. Auch ist es eine der Erfahrung der Landwirthe entnommene Thatsache, daß frischer Dünger die doppelte Wirkung habe als alter Dünger. Wenn nun dieses der Fall ist, wie es auch durch obige Thatsachen bestätigt wird, so muß man die Meinung aussprechen, daß unsere bisherige Aufbewahrung und Zubereitung des Düngers, eine mit den Zwecken der Landwirthschaft, nämlich durch den Dünger so viel als nur möglich wirksame Substanz in den Acker zu bringen, ganz unvereinbare ist. Denn dadurch, daß wir den Düngerhaufen in einer Grube anlegen, in welcher er durch Urin, Harn der Thiere und Regenwasser beständig feucht erhalten wird und sich in einer lebhaften Zersetzung befindet, welche durch die Wärme, die sich durch die Gährung der dicht übereinanderliegenden feuchten Masse erzeugt, nicht wenig befördert wird, so erscheint dieses fast ebenso unzweckmäßig wie die frühere Einrichtung der Kamine, in welchen das Holz verbrannte, ohne daß dadurch die Zimmer erwärmt wurden, weil das Feuer ohne Wirkung zum Schornstein hinauszog und nur der geringere Theil von seiner Wirkung zur Erwärmung des Zimmers selbst diente. Wie im

letzteren Falle das Holz nutzlos verbrannte, so geschieht es noch heut zu Tage mit der Zubereitung des Düngers, die Hälfte der Wirkung des Düngers verfliegt in die Luft, und nur die andere Hälfte desselben kommt unseren Aeckern zu gut. Wenn man nun in Erwägung zieht, daß der jährliche Düngerwerth auf einem mittelmäßigen Landgute 2—300 fl. beträgt, so gehen also ebenso viele 100 Gulden alljährlich durch die bisherige unzweckmäßige Art der Düngerbereitung verloren. Aber nicht allein dieser Verlust ist in Anschlag zu bringen, es kommt auch noch die Gespannkraft in Berechnung, welche nothwendig ist, um wenigstens $^{3}/_{4}$ mehr an Gewicht von Dünger auf die Felder zu fahren, als eigentlich nothwendig wäre. Der Dünger enthält nämlich mindestens 75 Proc. Wasser und nur 25 Proc. feste Bestandtheile, wir fahren also, wenn wir 4 Fuhren Dünger à 20 Centner auf einen Acker brauchen, nur 20 Centner wirklichen Dünger auf denselben und 60 Centner Wasser; wir könnten demnach mit einer Fuhre trockenem Dünger so weit kommen wie mit 4 Fuhren nassen Düngers. Der Dünger zersetzt sich nicht oder nur höchst langsam im trockenen Zustande, hingegen tritt seine Zersetzung um so schneller ein, je feuchter er ist, und je mehr er sich beim dichten Uebereinanderliegen erhitzt. Ich schlage deßhalb vor, die Düngerbereitung auf eine von der bisherigen Art ganz abweichenden Methode vorzunehmen, nämlich anstatt den Düngerhaufen feucht zu halten und dessen Verwesung an einem Orte zu begünstigen, wo sie den Feldern nichts nützt und die wirksamen Bestandtheile nur in die Luft entweichen müssen, der Düngerstätte eine solche Einrichtung zu geben, daß der Dünger möglichst schnell abtrocknen kann. Die Einrichtung einer solchen Miststätte würde allerdings etwas theurer zu stehen kommen, sich aber gewiß sehr bald bezahlt machen. Der Boden für diese Düngerstätte wird mit Bruchsteinen gepflastert und dieser Boden bildet eine, nach einer Seite hin etwas geneigte Ebene, diese wird zuerst mit einer fußhohen Schichte von Fichtenreisern oder wo diese nicht zu haben sind, mit Reisig von Laubholz belegt, hierauf folgt eine Schichte von Stroh und auf dieses wird erst der Stallmist

aufgeschichtet; im Stalle selbst ist die Einrichtung getroffen, daß der Harn der Thiere durch Rinnen abläuft und nicht mit dem Miste vermischt werden kann. Die Miststätte muß mit einem leichten Dache aus Stroh oder Schindeln bedeckt sein, und an einem luftigen Orte angelegt werden, so daß der Mist durch den Luftzug möglichst schnell abtrocknet und sich alle Flüssigkeit durch den Boden absenken kann, welche in eine besondere Gülle-grube geleitet wird. Die Miststätte muß verhältnißmäßig einen größeren Flächenraum wie bisher einnehmen, damit der Mist nicht zu dick übereinander zu liegen kommt; auch muß bei jedesmaligem Ausmisten des Stalls der Mist auf der Oberfläche der Düngerstätte möglichst gleichmäßig verbreitet werden, damit er um so rascher austrocknen könne. Dadurch wird man nicht allein einen trockenen Mist erhalten, der Verwesung desselben auf der Düngerstätte möglichst vorbeugen, in demselben Maaße eine weit größere Menge und viel wirksameren Dünger erhalten, sondern auch den üblen Geruch, welcher durch die verwesenden feuchten Düngerhaufen beständig verbreitet wird, fast ganz beseitigen, und die Vermorschung der Einstreu wird dabei ebenso gut vor sich gehen wie in dem nassen Düngerhaufen. Man hat zwar schon viele Vorschläge gemacht, um die Verwesung des Düngers im Düngerhaufen so viel wie möglich zu vermindern, um den großen, aus seiner Verwesung erwachsenden Verlust zu beseitigen, aber diese Vorschläge waren theils unpraktisch, theils hat sich ihre Ausführung als illusorisch erwiesen. So hat man vorgeschlagen, den Düngerhaufen mit einer Auflösung aus Eisenvitriol (Kupferwasser) oder mit verdünnter Schwefelsäure zu besprengen, oder endlich mit Gyps zu überstreuen. Wenn die Anwendung der beiden erst genannten Substanzen schon zu kostspielig ist, so ist auch noch zu bemerken, daß die schwefelsauren Salze im feuchten Düngerhaufen einer Zersetzung unterworfen sind und nach und nach in zum Theil flüchtige Schwefelverbindungen (Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium) übergehen, also den erwarteten Erfolg gar nicht entsprechen. Was den Gyps anbetrifft, so ist es wohl bekannt, daß er durch kohlensaures Ammoniak nach und nach zersetzt

werde; aber wenn auch dieses der Fall ist, so geht das dadurch gebildete schwefelsaure Ammoniak nach einiger Zeit wieder in flüchtiges Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium über, und das Aufstreuen des Gypses wirkt zuletzt weiter nichts, als daß im Anfang der Verwesung die Verflüchtigung des kohlensauren Ammoniaks etwas aufgehalten wird, um später nur im Zustand einer anderen Verbindung zu entweichen. Die Verwesung des Düngers wird aber ganz und gar nicht durch Gyps verlangsamt. Das beste Mittel, um die Verflüchtigung des kohlensauren Ammoniaks zu verringern, besteht in der Vermischung des Düngers mit Torfmulm, denn dieser saugt jenes begierig ein; der Torfmulm läßt sich aber nur in Gegenden als Aufstreu anwenden, wo er billig zu haben ist. Ich bin deßhalb überzeugt, daß den großen Verlusten, welche die gesammte Landwirthschaft alljährlich durch die Verflüchtigung der wirksamsten Bestandtheile des Düngers erleidet, und welche in einem Staate wie Bayern sich auf mehrere Millionen Gulden alljährlich belaufen mögen, einzig und allein durch Ausführung meines Vorschlages, der Bereitung des Trockenmistes, begegnet werden könne.

Man hat in neuerer Zeit dem so sehr gefühlten Düngermangel dadurch abzuhelfen gesucht, daß man künstliche Düngungsmittel wie Guano, wollene Lumpen, Knochenmehl rc. zum Düngen angewendet hat, es ist auch nicht in Abrede zu stellen, daß diese Düngungsmittel außerordentlich wirksam sind; aber bei genauerer Betrachtung sind sie sämmtlich viel theurer als Stallmist, zumal man wollene Lumpen durch die neueren Fortschritte in der Spinnerei wiederholt in Gespinnste zu Decken und groben Tüchern anzuwenden gelernt hat, die Knochen von Jahr zu Jahr durch den Aufschwung der Knochenleim- und Phosphorfabrikation theurer werden und der Guano einer so häufigen Verfälschung unterworfen ist, daß der Landwirth nur zu häufig statt wirksamen Düngers ein unwirksames Artefakt kauft. Liegt es nicht weit näher, dem Verlust, den man jährlich durch die bisherige schlechte Düngerbereitung erlitten hat, durch eine verbesserte Anlage der Miststätten zu

begegnen? Denn dieses ist mit geringen Kosten und Mühe verknüpft, während jene theuren Düngersurrogate sehr oft die für sie ausgegebenen Summen durch den erwarteten Mehrertrag der Erndte nicht decken.

Die Viehzucht ist von dem Ackerbau unzertrennlich, denn sie bringt dem Oekonomen ebenso viel Geld ein als der Anbau der Felder mit Getreide und Handelsgewächsen; ohne Viehzucht ist der Ackerbau unmöglich, denn der Acker muß zuerst durch die Kräfte der Thiere zubereitet werden, Milch, Butter, Käse und Fleisch sind die Produkte der Viehzucht; sie sind die nothwendigsten Nahrungsmittel, und der Werth derselben steht in der Landwirthschaft in genauer Beziehung zu dem Gewinn, welchen man zugleich aus der Wirkung des Mistes der Thiere zur Bedüngung der Felder ziehen kann: deßhalb sollte auch der Landwirth der Düngerbereitung, auf welcher im Grunde die ganze Landwirthschaft ruht, und welche die Quelle seines Wohlstandes ist, eine weit größere Sorgfalt als bisher zuwenden.

Bei der Darstellung des Trockenmistes würde man eine weit concentrirtere Gülle erhalten, da diese nicht wie es bei der bisherigen Einrichtung der Miststätten der Fall war, durch Regenwasser verdünnt werden könnte, und die aus dem Düngerhaufen selbst abtropfende Flüssigkeit sehr concentrirt sein würde. Die Gülle könnte am besten, wo sie nicht durch billige Röhrenleitungen unmittelbar in die Felder und Wiesen geleitet werden kann, zur Darstellung von Compost gebraucht werden.

Hier möchte auch die Gelegenheit geboten sein, um über eine verbesserte Anlage von Abtritten in den Wohnungen ein Wort zu sagen. Die Reinlichkeit ist für die Gesundheit des Menschen eine Hauptbedingung, und aus ihrer Vernachlässigung entspringen hunderte von Krankheiten; ja wir möchten nicht zu viel sagen, wenn wir auch die Cholera von der Unreinlichkeit herleiten, denn sie wird gewiß aus der Fäulniß wie die Pest und andere ansteckende Krankheiten erzeugt, sie findet sich fast nur in großen Städten, weil durch das Zusammenge-

drängtsein von so vielen Menschen und durch die Verwesung der Auswurfsstoffe die Luft gleichsam verpestet wird. Gewiß ist es sonderbar, daß wir uns der größten Reinlichkeit bestreben, hinsichtlich unserer Haut durch Waschen, Baden und fleißiges Wechseln der Wäsche, daß wir die Speisen mit der größten Sorgfalt zubereiten und alles Unreinliche in dieser Beziehung vermeiden, daß wir aber gerade jenes Nahrungsmittel, das wichtigste von Allen, weil wir nicht 2 Minuten lang ohne den Genuß desselben bestehen können, die Luft, welche doch mit dem empfindlichsten und leicht verletzlichsten Theile des Organismus, der Lunge, in stete Berührung kommt, und welche, weil sie sich mit dem Blute, dem eigentlichen Lebenssafte aufs innigste vermischt, den bedeutendsten Einfluß auf unser Wohlbefinden und unsere Gesundheit ausübt, ich sage: daß wir gerade bezüglich dieses wichtigsten aller Nahrungsmittel hinsichtlich seiner Reinhaltung die größte Gleichgiltigkeit an den Tag legen. Wir eckeln uns, Wasser aus einem unreinen Gefäße zu trinken; wir empfinden aber keinen Eckel, die durch aufgelöste Exkremente verunreinigte und verpestete Luft einzuathmen. Wie wichtig wäre es deßhalb in dieser Beziehung auch einen Eckel gegen solche Luft zu empfinden und Oerter zu fliehen, wo man in einer solchen verpesteten Atmosphäre von in sie übergegangenen Exkrementen leben muß; freilich würden da die Bewohner mancher großen Städte gezwungen werden auszuwandern. Sollte aber dieser Uebelstand nicht beseitigt werden können? gewiß sehr leicht; denn warum müssen denn unsere Wohnungen zugleich die Reservoire für die Auswürfe sein. Es kann in dieser Beziehung nur ein durchgreifendes Mittel geben, und dieses besteht darin, daß man die Auswurfsstoffe täglich aus den Wohnungen entfernt, und keine Düngerstätten in den Häusern mehr duldet. Daß sich dieser Vorschlag leicht praktisch ausführen lasse, wird Jeder zugeben, zumal bei der gegenwärtigen Anwendung von künstlichem Dünger in jeder größeren Stadt Düngerfabriken gegründet werden könnten, welche die tägliche Entfernung der Auswurfsstoffe aus den Häusern umsonst übernehmen würden; und sollte diese

Entfernung selbst bezahlt werden müssen, wer würde nicht für eine reinliche, nicht verpestete und die Gesundheit gefährdende Luft gerne etwas ausgeben, da man außerdem für die Reinlichkeit der Wohnung, für Waschen und Wichsen der Fußböden, für Tapeten, prächtige Möbel und hunderte von unnöthigen Luxusgegenständen die Ausgaben nicht scheut? Eine solche Einrichtung würde zuletzt nur der Landwirthschaft zu Gute kommen, hunderttausende von Centnern des kräftigsten Düngers, die jetzt in die Luft übergehen, die Wohnungen verpesten, ihre Bewohner siech machen und sie einem frühzeitigen Tode überliefern, würden die Fruchtbarkeit unserer Felder erhöhen und statt bisher das Leben untergrabend und todtbringend, lebengebend und die Gesundheit unterhaltend wirken. Dieses führt uns nun auch sogleich zu unserem letzten Abschnitt.

5. Ueber die Darstellung künstlicher Düngerarten.

Schon im zweiten Abschnitt ist im Allgemeinen von der Verbesserung des Ackerbodens durch Vermischung desselben mit den ihm fehlenden unorganischen Bestandtheilen die Rede gewesen; allein die eigentliche Fruchtbarkeit des Bodens ist immer nur durch den Dünger hervorzurufen, wenn nicht durch günstige örtliche Verhältnisse, wie solche in Ungarn und einigen Flußthälern Amerikas vorkommen, wo der Boden so reich an Humus ist, eine künstliche Düngung überflüssig erscheint.

Der Gemengdünger oder Compost kann aus allen verwesungsfähigen Stoffen dargestellt werden; als Hauptmaterial lassen sich für die Aufstellung eines Composthaufens gewöhnliche Acker- oder Gartenerde, Holzerde, Rasen, Laub, Stroh, Torfmulm ꝛc. anwenden, je nachdem der eine oder andere dieser Stoffe zum Gebrauch zu Gebote steht. Den Haufen legt man auf ebenem Boden an, macht ihn 3 bis 4 Fuß hoch, und um den Luftzutritt besser zu gestatten, bildet man zuerst eine Schichte von Rasen oder Erde, bedeckt diese mit einer Schichte

Streu, Moos, verdorbenem Heu oder Stroh, auf diese Schichte bringt man wieder eine Schichte von den erstgenannten Stoffen, dann abermals eine Schichte Streu ꝛc., oben wird eine muldenförmige Vertiefung angebracht, welche mit Gülle angefüllt wird, und nachdem diese in den Haufen eingedrungen ist, wird jene Vertiefung zu wiederholten Malen mit Gülle angefüllt; nachdem auf diese Weise der Haufen hinlänglich mit Gülle imprägnirt ist, wird eine zweite Reihe abwechselnder Schichten von Erde und Stroh ꝛc. aufgeführt und diese ebenfalls wieder mit Gülle gesättigt. Der Haufen bleibt einige Zeit stehen, er wird hierauf auf die zu düngenden Wiesen oder Felder gefahren und ausgestreut. Wo man Gelegenheit hat, den Rückstand von Asche aus Seifensiedereien zu erhalten, bildet dieser einen vortrefflichen Beisatz. Es versteht sich von selbst, daß der Compost um so wirksamer ist, je mehr er mit Gülle gesättigt worden ist und je kräftiger diese war. Einen vortrefflichen künstlichen Dünger, welcher in jeder Beziehung dem Guano gleichkommt, denselben hinsichtlich der Nachhaltigkeit übertrifft, und von dessen Wirkung man um so sicherer überzeugt sein kann, weil man weiß, woraus er besteht, während der Guano nur zu häufig verfälscht ist, erhält man, wenn man Knochen gröblich zerstampft, diese in einem steinernen Troge mit so viel englischer Schwefelsäure übergießt, daß sie gerade angefeuchtet sind, den Trog hierauf mit einem gutschließenden hölzernen Deckel bedeckt und das Gemische einige Tage der Ruhe überläßt, während welcher Zeit die Knochen von der Schwefelsäure zu einem Brei zerfressen werden. Eine flache Grube füllt man hierauf mit Excrementen an und vermischt diese nun mit dem sauren Knochenbrei, wobei der üble Geruch ersterer sogleich verschwindet; die Masse wird dann ausgebreitet und abgetrocknet; man kann sie, um sie schneller auszutrocknen, mit etwas gemahlenem Gyps vermengen; wenn sie sehr feucht ist, kann sie auch mit schwach gebranntem und gemahlenem Gyps vermischt werden; bei Ermangelung von Gyps wendet man getrockneten und gemahlenen Lehm dazu an; es ist nicht rathsam, Kalk, weder im gebrannten noch

ungebrannten Zustande darunter zu mischen, indem dadurch eine Zersetzung des Knochenleims eintritt und Ammoniak entwickelt wird, auch die Wirkung der freien Phosphorsäure, welche erst im Boden stattfinden soll, aufgehoben wird. Das getrocknete, fast geruchlose Gemenge läßt sich leicht zu einem gröblichen Pulver zerreiben und in Fässern verpackt, längere Zeit ohne Zersetzung aufbewahren. Mit einer geringen Menge solchen sauren Knochenbreies läßt sich eine große Menge Excremente geruchlos machen und ihrer Zersetzung vorbeugen. Die Wirkungen dieses Düngers sind außerordentlich, sie stehen denen guten Guanos nicht nach; Jedermann kann sich leicht von diesen Wirkungen selbst überzeugen, wie auch diesen Dünger darstellen; namentlich ist er auch für die Gärtnerei von besonderer Wichtigkeit. Man wird zugeben, daß die Anlegung solcher Düngerfabriken in der Nähe größerer Städte ein sehr einträgliches Geschäft sein würde, und daß bei Ausführung meines im vorhergehenden Abschnitte gemachten Vorschlags hinsichtlich der Verbesserung und Reinhaltung der Luft in Städten den bisherigen Uebelständen, welche durch die fortwährenden verpestenden Ausdünstungen der in der Regel alljährlich nur einmal gereinigt werdenden Abtrittsgruben hervorgerufen worden sind, am besten begegnet werden könnte.

Möchten meinen in dieser Abhandlung niedergelegten Vorschlägen von Seite der Oekonomen und der Behörden größerer Städte nicht allein einige Berücksichtigung, sondern auch wirkliche Ausführung zu Theil werden, so würde ersteren dadurch eine neue Quelle für die Erhöhung der Fruchtbarkeit ihrer Felder und in deren Folge vermehrter Werth ihres Grundeigenthums erwachsen, letztere sich aber ein hohes Verdienst um das Wohlbefinden und die Gesundheit der Einwohner ihrer Städte erwerben, denn es ist nicht daran zu zweifeln, daß namentlich ansteckende Krankheiten nur durch die Verunreinigung der Luft entstehen und verbreitet werden, daß ihnen also auch durch möglichste Reinhaltung der Luft am besten vorgebeugt werden könne. —

Reinsch, H.

Mittheilungen und Vorschläge aus dem Bereiche der Agriculturchemie

Erlangen 1856